Markt&Technik

Hans-Jürgen Humbert

64'er Hardware-Buch

reparieren leichtgemacht

mit 128er-Teil, Schaltplänen, Platinen-Layouts

Mit vielen Tips
und Bauanleitungen für
Logiktester ★ Netzteil ★ RS232-Schnittstelle
Centronics-Puffer und vieles mehr

Begleitdiskette mit
Testsoftware im Format 1541/70/71



Hans-Jürgen Humbert

64'er Hardware-Buch

reparieren leichtgemacht

Mit vielen Tips und Bauanleitungen
für Logiktester ★ Netzteil ★ RS232-Schnittstelle
Centronics-Puffer und vieles mehr

Markt&Technik Verlag AG

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Humbert, Hans-Jürgen:
64er-Hardware-Buch : reparieren leichtgemacht ; Reparaturleitfaden für den C64//C128 mit vielenTips und Anleitungen zum Bau von Testgeräten und Erweiterungen wie Logiktesters, Netzteil, RS232-Schnittstelle, Centronics-Puffer und vieles mehr / Hans-Jürgen Humbert. –
Haar bei München : Markt-und-Technik-Verl., 1992
ISBN 3-87791-249-4
NE: Humbert, Hans-Jürgen: Vierundsechziger-Hardware-Buch

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

95 94 93 92

ISBN 3-87791-249-4

Einbandgestaltung: Grafikdesign Heinz Rauner
Dieses Produkt wurde mit Desktop-Publishing-Programmen erstellt
und auf der Linotronic 300 belichtet
Druck: Pustet, Regensburg
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Sie haben gerade das »64er Hardware-Buch« gekauft. Obwohl es viele Tabellen und Schaltplan-Auszüge enthält, wendet es sich in erster Linie an die Einsteiger in Sachen Hardware. Aber auch der Profi findet einiges Interessantes, was ihm hilft, Fehler schnell einzukreisen und zu beheben.

Dem Einsteiger sei empfohlen, alle Kapitel gründlich durchzuarbeiten. Dann wird es ihm nicht schwerfallen, fast alle Fehler, die der C 64 zeigen kann, schnell ausfindig zu machen. Wenn er auch nicht alles selbst reparieren kann werden doch die Reparaturkosten stark erniedrigt. Die Kosten einer Reparatur werden in erster Linie von der Arbeitszeit bestimmt. Die Ersatzteile fallen dabei kaum ins Gewicht. Können Sie bei der Abgabe des Computers in einer Fachwerkstatt aber den Fehler genau angeben, entfällt die teure Fehlersuche. Es ist leicht einzusehen, daß dem Techniker der den C 64 reparieren soll, eine Fehlerangabe, wie »Gerät funktioniert nicht« kaum weiterhilft. Eine präzise Fehlerbeschreibung, oder die Angabe, welches IC ausgetauscht werden soll, vermindert stark die Reparaturzeit. So können Sie mit diesem Buch schon viel Geld sparen, auch wenn Sie nie einen Lötkolben anfassen wollen.

Um den Computer verstehen zu können, sind Kenntnisse über die Grundlagen eines solchen Systems aber unerläßlich. Das erste Kapitel bringt deshalb eine Einführung in die Digital-Technik. Falls Sie dieses Wissen schon besitzen, können Sie das Kapitel ohne weiteres überblättern. Ein kurzes Überfliegen des Textes hilft Ihnen aber Ihre Kenntnisse wieder aufzufrischen.

Teuere Meßinstrumente benötigen Sie für die Reparatur auch nicht. Sie wollen ja kein neues System entwickeln, sondern nur ein System, daß schon einmal gearbeitet hat, wieder zum Funktionieren bringen. Die für die Reparatur nötigen Meßinstrumente können Sie selbst bauen. Ein eigenes Kapitel widmet sich nur der nötigen Ausrüstung. Es beinhaltet auch einige Bauanleitungen, die für den Test von digitalen Schaltungen unerläßlich sind. Mit diesen selbst gebauten Geräten können Sie sich an die Reparatur des C 64 wagen. 95 Prozent aller möglicherweise auftretenden Fehler können Sie nun zu Hause reparieren. Die restlichen fünf Prozent bleiben aber den Fachwerkstätten überlassen. Wenn Sie mit den im Buch beschriebenen Ratschlägen den Fehler einkreisen wollen, benötigen Sie spezielle Meßinstrumente. Oder aber Sie fangen an auf Verdacht einige Bausteine auszutauschen. Dies ist zwar ein relativ teures Vergnügen, aber so kommen Sie den restlichen fünf Prozent zu Leibe. Viele Werkstätten machen es auch nicht

anders. Ein Logik-Analyser würde bei der Reparatur zwar sehr viel helfen, aber für die richtige Anwendung und was noch viel wichtiger ist, die richtige Interpretation der ausgegebenen Daten brauchen Sie einen Lehrgang.

Die einzelnen Kapitel sind nach dem Aufbau des C 64 geordnet. Dabei wurden auch der C 128 und die Floppies nicht vergessen. Benutzer einer Datasette und Anwender einer Speichererweiterung finden auch Tips für die Reparatur und Wartung der Geräte. Das Buch wendet sich auch an die Hardwarefreaks, die gerne Erweiterungen für ihren Computer selbst bauen.

KAPITEL 1

Einführung

Vielleicht ist Ihnen das auch schon mal passiert: Sie kommen nach Hause, wollen nur eben schnell den Text, den Sie gestern nacht noch geschrieben haben, ausdrucken, schalten den Rechner ein und ... nichts geschieht. Auch leichtes Schlagen und Schütteln des armen C 64 hilft nicht. Er gibt kein Lebenszeichen mehr von sich. Was nun? Als erstes: Keine Panik.

Dieser *worst case* (schlimmster Fall) ist meist gar keiner und die Lösung manchmal sehr simpel. Sie bewahren also erst einmal die Ruhe und schauen sich der Reihe nach alle Netzstecker an. Sind alle eingesteckt oder wurde einer herausgenommen, weil die »beste Ehefrau von allen« (frei nach Kishon) wieder mal im Computerzimmer staubsaugen mußte? Wenn Sie jetzt diese Fehlerquellen ausgeschaltet haben und alles funktioniert wieder – aufatmen und Buch zur Seite legen, aber nicht zu weit weg. Der nächste Ausfall kommt bestimmt.

Was aber, wenn sich immer noch nichts rührt? Nun gibt es, wie immer im Leben, mehrere Möglichkeiten.

Stecker alle richtig. Bildschirm bleibt dunkel. Betriebsspannungs-LED bleibt dunkel. In diesem Fall sollte zunächst das Netzteil einer genauen Prüfung unterzogen werden. Das bedeutet, man bezeugt dem C 64 seine Referenz, wirft sich platt auf den Boden, robbt unter den Schreibtisch und holt das Netzteil aus der hintersten Ecke hervor. Nach Ziehen des Netzsteckers wird das Netzteil einer genauen Sicht- und Geruchsprüfung unterzogen. Riecht es nach Ampere, also verschmort? Ist der Übergang Stecker – Kabel am Netzstecker in Ordnung? Wenn diese Prüfungen zu Ihrer Zufriedenheit ausfallen, so sehen Sie bitte nach, ob die Sicherung noch in Ordnung ist. Dazu drehen Sie hinten am Netzteil mit einer Münze die Schraube in Pfeilrichtung. Die Sicherung müßte Ihnen dann schon entgegen kommen. Wenn darin der dünne Draht nun durchgebrannt ist, ist alles klar. Eine neue muß her. Sie muß für den C 64 folgende Daten besitzen: 250 / T / 160 mA. Dies bedeutet: Die Sicherung ist für eine Spannung von 250 V ausgelegt, sie reagiert träge und ist für einen Strom von 160 mA ausgelegt. Bitte versuchen Sie nicht, die Sicherung zu flicken oder durch eine stärkere zu ersetzen. Meistens gibt es schon einen Grund, warum sie durchgebrannt ist. Am besten ist es, wenn Sie sich gleich ein bis zwei Ersatzsicherungen mitbringen und sie so weglegen, daß Sie sie auch wiederfinden. Denn Sicherungen haben die unangenehme Eigenschaft, nur dann durchzubrennen, wenn es absolut unmöglich ist, einen Ersatz zu bekommen, z.B. am Samstagabend gegen 23 Uhr.

In den meisten Fällen funktioniert die Hardware nach Austausch der Sicherung wieder einwandfrei. Falls aber nicht und das Netzteil außerdem noch verschmort riecht, bleibt einem nichts anderes übrig, als in den sauren Apfel zu beißen und ein neues Netzteil zu kaufen.

Besitzern eines C 128 wird es nicht so einfach gemacht. Um an die Sicherungen heranzukommen, müssen Sie Ihr Netzteilgehäuse aufschrauben.

Achtung: Jeglicher Eingriff in die Geräte bringt den Garantieanspruch zum Erlöschen!

Dies geht aber nur, wenn Sie erst die Kunststoffabdeckungen von den Schrauben entfernen. Legen Sie das Gehäuse mit der Unterseite nach oben auf den Tisch. Dann drehen Sie eine Blechschraube einige Millimeter in die Kunststoffabdeckung. An der Schraube können Sie nun die Abdeckung herausziehen. Seien Sie bitte vorsichtig. Beim Reindrehen der Schraube neigt der Schraubenzieher dazu, abzurutschen. Legen Sie also das Heftpflaster nicht so weit weg. Nach Aufschrauben des Netzteils, immer bei gezogenem Netzstecker, erkennt man 2 Sicherungen. Diese müssen Sie nun überprüfen und gegebenenfalls austauschen.

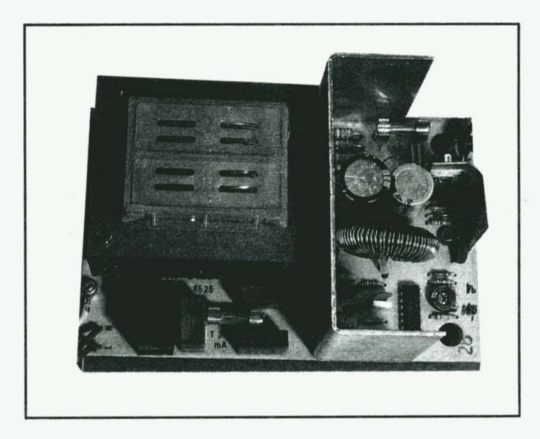


Bild 1.1: Deutlich sind die beiden Sicherungen zu erkennen

Falls der Computer aber immer noch kein Lebenszeichen von sich gibt, so bleibt nichts anderes übrig als tiefer in die Hardware einzudringen.

Als der Mensch erschaffen wurde, ist leider versäumt worden, ihm ein Sinnesorgan für den elektrischen Strom mitzugeben. Dies gilt natürlich nicht für höhere Spannungen. Aber man kann hohe Spannungen meist nur einmal nachweisen, ein Krankenhausaufenthalt oder Schlimmeres könnten die Folgen sein. Deshalb ist es lebenswichtig, beim Überprüfen von Geräten, die direkt an das Lichtnetz angeschlossen sind, den Netzstecker zu ziehen! Im C 64 gibt es keine hohen Spannungen, so daß in ihm gefahrlos gemessen werden kann. Die kleinen elektrischen Spannungen, mit denen der C 64 arbeitet, sind weder zu sehen noch sonst irgendwie zu spüren. Um trotzdem den kleinen Chips beizukommen, ist es nötig, Meßinstrumente zu benutzen. Nun wird nicht jeder, der ab und zu mal einen Hardware-Fehler aufspüren muß, sich gleich eine Werkstatt einrichten wollen. Ein bißchen Werkzeug sollte aber schon vorhanden sein. Genausowie wohl keiner

auf den Gedanken kommen würde, am festlich gedeckten Tisch eine gebratene Ente mit Zange und Schraubenzieher zu zerlegen, sollte man auch nicht dem C 64 mit Messer und Gabel zu Leibe rücken. Eine Aufstellung über das für die Reparatur benötigte Werkzeug finden Sie in Kapitel 20. Doch vorher sehen wir uns mal den prinzipiellen Aufbau eines Computersystems an.

Was ist ein Computer?

Alle Computer sind im Prinzip aus den gleichen Bausteinen aufgebaut. Im Mittelpunkt eines jeden Systems sitzt die CPU (Central Processing Unit).

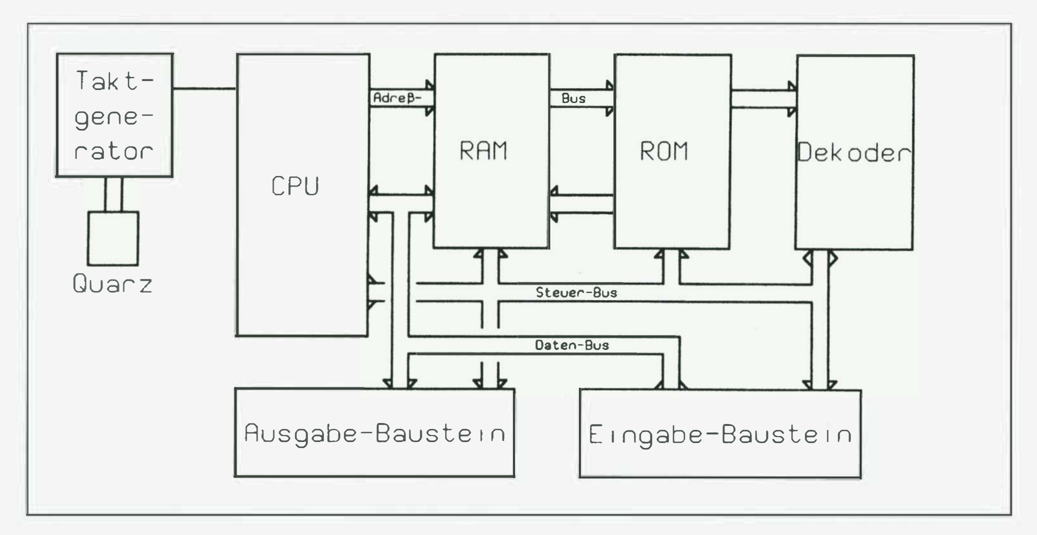


Bild 1.2: Ein Computer besteht nur aus wenigen Chips

Dieser Baustein wird im allgemeinen als Mikroprozessor bezeichnet. Auf dem Markt ist eine Vielzahl von verschiedenen Mikroprozessoren vorhanden. Sie weisen je nach Aufgabengebiet unterschiedliche Spezifikationen auf. Im C 64 befindet sich als zentraler Baustein ein Mikroprozessor aus der Familie der 6502-CPUs. Hierbei handelt es sich um einen 8-Bit-Mikroprozessor. Im Gegensatz zum normalen 6502 weist er einige Besonderheiten auf. Die Anschlüsse eines jeden Mikroprozessors werden in unterschiedliche Leitungen unterteilt. Man unterscheidet zwischen drei Bussystemen; als Bus werden in der Computertechnik Bündel von Leitungen bezeichnet. Der wichtigste Bus ist der Datenbus. Über ihn tauscht die CPU Informationen mit den anderen ICs aus. Beim C 64 besitzt der Datenbus eine Breite von acht Leitungen. Jede dieser Leitungen kann die Information von einem Bit transportieren. Acht Bit entsprechen einem Byte. Der Prozessor

ist also ein 8-Bit-Mikroprozessor. Sein Datenbus kann also 2 (hoch) 8 verschiedene Zustände annehmen; das sind 256 verschiedene Zustände.

Weiterhin besitzt er einen 16 Bit breiten Adressenbus. Auch diese können 2 (hoch) 16 verschiedene Zustände annehmen. Das entspricht einem Adreßraum von 65536 verschiedenen Speicherstellen. Die maximale Speicherkapazität des C 64 wird dadurch auf 64 Kbyte begrenzt.

Als dritten Bus bezeichnet man den Steuerbus des Mikroprozessors. Über diese Leitungen gibt er Steuersignale aus oder empfängt über sie externe Signale. Der 6510 ist nun eine Version des 6502. Er ist zwar vollkommen Software-kompatibel, d.h. alle Programme, die auf einem 6502 laufen, kann der 6510 auch bearbeiten. Hardwaremäßig bestehen aber noch kleine Unterschiede. Der 6510 besitzt zusätzlich einen 6 Bit breiten Port, der im C 64 zur Steuerung der Datasette herangezogen wird. Dann besitzt er ein Gedächtnis, die RAM-Bausteine. Damit er ein bißchen Intelligenz bekommt, ist in seinem Festwertspeicher ein Betriebssystem abgelegt, das ihm beim Einschalten erst einmal sagt, was er zu tun hat. Mit seiner Außenwelt kann er über Peripherie-Bausteine kommunizieren. Das wichtigste Eingabegerät ist die Tastatur. Über sie bekommt der Computer die Befehle vom Benutzer mitgeteilt. Aber was nützt der schönste Rechner, wenn er seine Rechenergebnisse nicht wieder ausgeben kann. Dafür dient in erster Linie der Monitor oder Fernseher. Alle Eingaben, die der Anwender dem Computer mitteilt, werden dort sichtbar. Aber auch die Datenausgabe läuft erst einmal hierüber ab. Um die Programme oder Daten speichern zu können, wird noch ein weiteres Gerät benötigt: der Massenspeicher. Da die Speicher-Bausteine in der Regel ihre Informationen verlieren, wenn der Strom ausgeschaltet wird, braucht man, um nicht wieder jedes Programm erneut über die Tastatur eingeben zu müssen, ein Diskettenlaufwerk oder eine Datasette. Beide Geräte arbeiten nach ähnlichen Gesetzen. Die Daten werden in Form von Magnetisierungen auf der Diskette oder der Kassette abgelegt.

Ein Drucker vervollständigt die Anlage, denn was man schwarz auf weiß besitzt, kann man getrost nach Hause tragen.

Grundaufbau des C 64

Im Bild ist das Blockschaltbild des C 64 dargestellt. Wie eine Spinne im Netz sitzt die CPU in der Mitte der Schaltung. Ohne sie läuft nichts. Die CPU kommuniziert mit allen anderen Bausteinen. Dabei wird sie in ihrer Arbeit von hochspezialisierten ICs unterstützt. Der VIC übernimmt die gesamte Bildschirmausgabe, während der SID für den entsprechenden guten Ton sorgt. Die Programme laufen alle im RAM ab, während das ROM das Betriebssystem, den Zeichensatz und den Basic-Interpreter beherbergt. Für die Kommunikation mit außen sorgen die beiden CIAs. Alle Bausteine im C 64 müssen unbedingt synchron arbeiten, um Datenkollisionen mit anderen ICs auszuschließen. Dafür sorgt ein

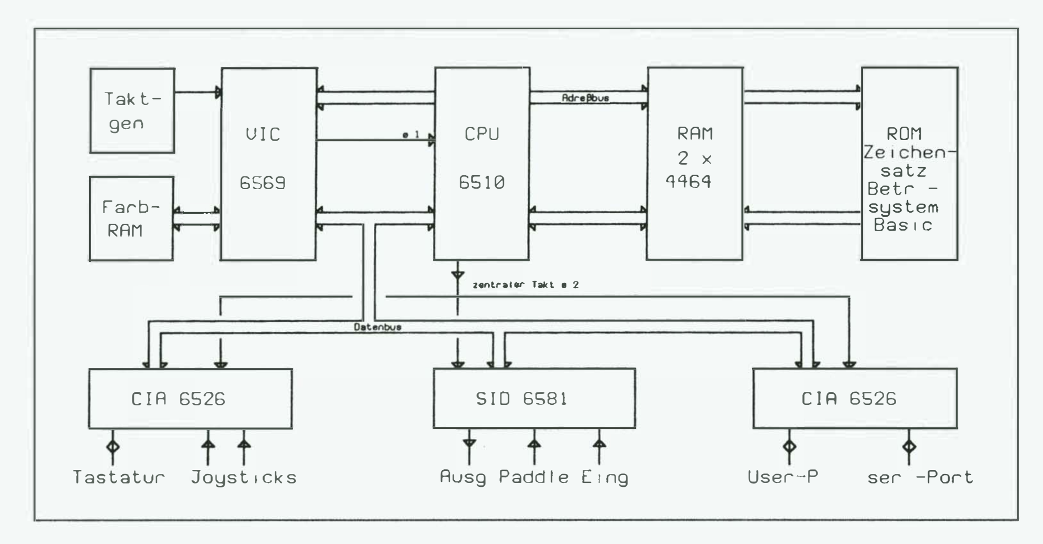


Bild 1.3: Beim C 64 sind noch einige Spezial-ICs dazugekommen

zentraler Takt, der mit einem Quarz erzeugt, vom VIC aufbereitet auf die CPU gegeben wird. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden einige Bausteine des C 64 weggelassen. Die MMU ist für die Koordinierung der einzelnen Bausteine zuständig. Sie erscheint nicht im Blockschaltbild, weil dann der Leitungswirrwarr noch größer wäre. Auch ist im Blockschaltbild nur ein Paddle-Eingang abgebildet; der zweite wird durch schnelles Umschalten mit einem speziellen Baustein erzeugt. Dieses aber noch weiter aufzusplitten, würde den Rahmen eines Blockschaltbilds sprengen. Sie können aber das Blockschaltbild mit dem Aufbau eines Computersystems vergleichen. Sie haben praktisch die gleichen Komponenten vor sich. Welche CPU oder welche speziellen Bausteine dort ihren Dienst verrichten, ist nur eine Sache der Software, die hinterher auch auf diesem System laufen muß.

Der prinzipielle Aufbau ist bei allen Versionen des C 64 gleich. Doch durch die immer weiter fortschreitende Entwicklung der integrierten Bausteine wurden immer mehr Funktionen auf einem Chip vereinigt. Deshalb enthalten die neuesten Versionen auch am wenigsten ICs. Doch sehen wir uns die einzelnen Bestandteile des C 64 einmal genauer an:

Die Platine des C 64

Im neuen C 64 sind auf der Platine nur noch wenige ICs zu sehen. Um nun etwas tiefer in die Hardware einzusteigen, ist es unerläßlich, sich auf der Platine auszukennen. Obwohl sich die Platinen der verschiedenen C 64-Versionen auf den ersten Blick ganz gewaltig

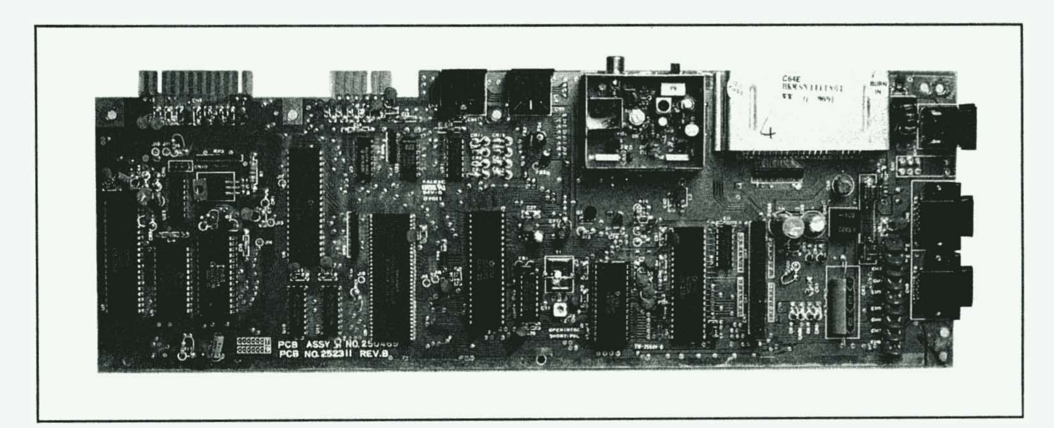


Bild 1.4: In der neuen Platinenversion tummeln sich kaum noch TTL-ICs

unterscheiden, finden sich doch nach einigem Suchen die gleichen ICs wieder. Besprechen wir zunächst die älteste Version des C 64. Sie fällt allein schon dadurch auf, daß auf einer großen Platine sehr viele einzelne ICs untergebracht sind. Ganz oben links direkt neben dem Tastaturstecker sind die beiden Port-Bausteine angeordnet: die CIAs 6526. Die rechte steuert den User-Port und die serielle Übertragung von Daten. Die linke ist für die Tastaturabfrage und die beiden Joysticks zuständig. Weiter rechts sind drei ROMs auf der Platine. Sie beinhalten das Betriebssystem, das Basic und den Zeichensatz. Dann folgt die CPU, ein 6510. Daneben befindet sich der SID, ein 6581; er sorgt für den guten Ton. Unter diesen ICs ist der Speicher des C 64 angeordnet. Wie Sie sehen, sind außer der MMU noch eine Menge kleinerer TTL-Chips auf der Platine zu finden, die in den späteren Ausgaben des C 64 wegrationalisiert wurden. Unter dem Modulator befindet sich der VIC (ein 6567) und der Chip, der den Takt des C 64 erzeugt, zusammen mit dem Quarz. Ganz rechts sitzen die Stromzuführungsbuchse, der Schalter für die Betriebsspannung, die beiden Joystick-Anschlüsse und das interne Netzteil des C 64.

Die neueren Versionen des C 64 haben nur eine kleine Platine. Trotzdem sind alle Funktionen des guten alten »Brotkastens« noch vorhanden. Die Software-Kompatibilität bleibt also bestehen. Einige ICs haben ihre Plätze auf der Platine geändert. Der Tastaturanschluß befindet sich nun nicht mehr oben rechts auf der Platine, sondern vorne unten links in der Nähe der Joystick-Ports. Was auf den ersten Blick ziemlich unsinnig erscheint, hat bei näherer Betrachtung doch einige Vorteile. Die CIA, die die Tastatur bedient, fragt auch gleichzeitig die Joystick-Ports ab. Durch die räumliche Änderung der Plazierung können die Leitungen auf der Platine dieses Ports kürzer ausfallen. Das spart Platz auf der Platine. Direkt neben der CIA sitzt ein unscheinbarer Chip, der CD 4066. Hierbei handelt es sich um einen Analog-Schalter. Er ist für die Paddle-Eingänge verantwortlich (siehe SID). Auf der anderen Seite sitzt der IC, der für die Tonerzeugung verantwortlich ist. Dann folgt der Quarz, mit dessen Takt alle Abläufe im C 64 synchronisiert werden. Daneben ist der VIC untergebracht, der die gesamte Bildschirmausgabe steuert.

Alle Ports sind an den gleichen Stellen geblieben. Auch der Modulator hat weder sein Aussehen noch seine Größe geändert. In bezug auf die viel kleinere Platine wirkt er allerdings wesentlich größer. In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Stufen des C 64 genau unter die Lupe genommen.

KAPITEL 2

Die Computeranlage

Erinnern Sie sich noch, wie Sie Ihre neue Computeranlage das erste Mal aufgestellt haben. Wahrscheinlich besaßen Sie zu diesem Zeitpunkt nur den C 64, einen Fernseher und eventuell eine Datasette. Sie haben die Geräte zusammengestöpselt und alles funktionierte prima. Aber im Lauf der Zeit ist mit Ihrem Computerwissen auch die Größe Ihrer Anlage gewachsen. Doch dann traten auch die ersten Probleme auf. Aber so schwer ist die Fehlersuche und Beseitigung in Computersystemen gar nicht. Machen wir einen Streifzug durch die Rechneranlage:

Den Mittelpunkt bildet der C 64. Um ihn herum sind alle Peripheriegeräte gruppiert. Den Aufbau Ihres persönlichen Systems können Sie ganz nach eigenen Gesichtspunkten vornehmen. Doch ein paar Grundregeln sollten Sie schon beachten, um Ärger über irgendwelche Fehlfunktionen aus dem Weg zu gehen. Die wichtigste ist: Bauen Sie Ihr System nur an einer Stelle auf, an der es auch immer stehen bleiben kann. Besonders die Diskettenstationen mögen ständige Transporte gar nicht. Müssen Sie, aus welchen Gründen auch immer, die Anlage öfters transportieren, legen Sie unbedingt eine Diskette in den Laufwerkschacht. Transportieren Sie das Laufwerk vorsichtig, ohne daß Stöße darauf einwirken.

In der fest installierten Anlage dürfen die Netzteile für den C 64 und die Floppy nicht zugebaut werden. Sie sind ohnehin recht schwach auf der Brust und müssen ihre Verlustwärme frei abstrahlen können. Da der Einschalter für den Computer direkt am C 64 sitzt, steht das Netzteil ständig unter Strom. Es verbraucht zwar nicht viel Strom, aber die Bauteile stehen ständig unter Spannung. Am einfachsten ist es, wenn Sie eine Steckdosenleiste mit eingebautem Schalter benutzen. Alle daran angeschlossenen Geräte können Sie so auf einmal ein- oder ausschalten. So wird auch kein Gerät vergessen. Sonst stellen Sie eines Tages fest, daß Sie z.B. Ihren Drucker einem Dauertest unterzogen haben und ihn eine Woche lang durchlaufen ließen. Andersherum erwarten Sie auch solche Überraschungen nicht mehr, wie »Device not present error«, weil Sie wieder mal vergessen haben, die Floppy einzuschalten. So eine Steckerleiste besitzt also nur Vorteile, die Sie auch nutzen sollten.

Die richtige Plazierung der Geräte

In der Aufstellung der Geräte sind Sie relativ frei. Plazieren Sie jedoch die Floppy-Stationen nicht zu dicht am Monitor oder Fernseher. Beide Geräte erzeugen eine sehr hohe elektromagnetische Störstrahlung, die die empfindliche Elektronik in den Laufwerken durcheinanderbringen kann. Ist der Monitor nicht genügend abgeschirmt, kann es bei zu dichter Stellung beider Geräte zu Fehlfunktionen der Floppy kommen.

Wollen Sie zwei Laufwerke am C 64 betreiben, müssen die Floppies unterschiedliche Adressen aufweisen, um Datenkollisionen auf dem seriellen Bus zu verhindern. Der C 64 bedient seine Geräte über den seriellen Bus. Dabei sind alle Geräte in Form einer »Daisy

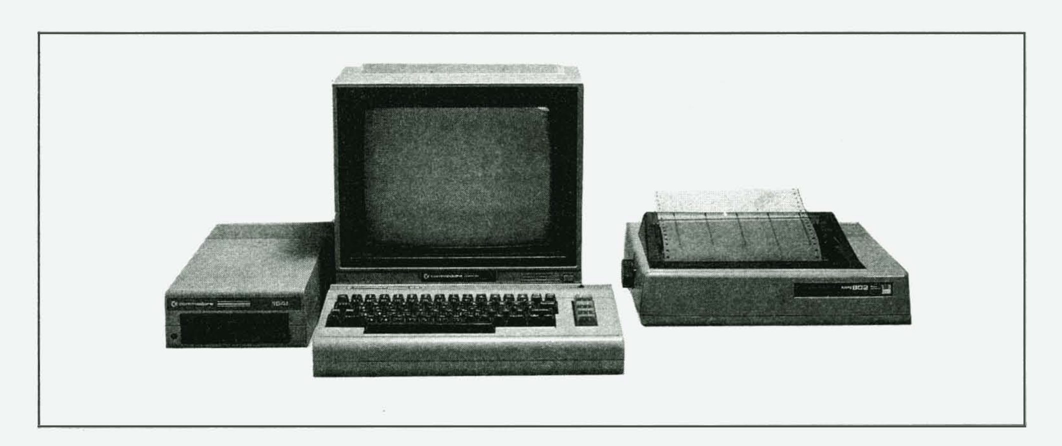


Bild 2.1: Das Foto zeigt eine komplett ausgestattete Computeranlage

Chain« angeordnet. Dieser amerikanische Ausdruck bedeutet Gänseblümchen-Kette. Jedem Gerät ist eine Nummer zugeordnet. Zu Beginn einer Datenübertragung sendet der C 64 erst eine Kennung. Nur das Gerät, das angesprochen wurde, antwortet. Erst jetzt beginnt die eigentliche Übertragung der Daten. Sie können sich nun leicht vorstellen, was passiert, wenn zwei Geräte die gleiche Nummer aufweisen: Beide fühlen sich angesprochen und antworten auf der gleichen Leitung. Da mit Sicherheit ein Gerät etwas schneller antwortet als das andere, kommt am C 64 nur ein Kauderwelsch an. In den meisten Fällen begibt er sich ins Silizium-Nirwana. An den Floppy-Stationen befinden sich Schalter, um die Geräte auf unterschiedliche Adressen einstellen zu können. An der 1541-II sind es DIP-Schalter, die sich auf der Rückseite befinden. In den älteren Ausgaben sind Lötinseln zu trennen (siehe Kapitel 10). Hardwaremäßig lassen sich so vier verschiedene Adressen für die Laufwerke einstellen. Standardmäßig sind alle Laufwerke auf die Adresse 8 eingestellt. Sie können über die Lötbrücken oder Schalter die Adressen 9 bis 11 anwählen. Damit können Sie am C 64 maximal vier Laufwerke betreiben. Lassen Sie aber ein Laufwerk auf der Adresse 8 stehen, sonst kommen Sie in Schwierigkeiten bei einigen Spielen, die Programme nachladen. Sie laden nämlich immer vom Laufwerk mit der Adresse 8 nach, ganz gleich, von welchem Laufwerk Sie das Spiel gestartet haben.

Benutzen Sie als Sichtgerät einen Fernseher, können andere Sender das Bild empfindlich stören. Der C 64 sendet auf einer Frequenz, die auch von manchen Privatsendern oder dem Videorekorder genutzt wird. Leider hilft hier kein Abschirmen, oder aber Sie ziehen mit Ihrer Anlage in den Keller. Aber es geht auch einfacher: Im C 64 können Sie am Modulator die Frequenz etwas verstellen, so daß er auf einer anderen Wellenlänge sendet, damit erhalten Sie ein absolut störungsfreies Bild.

Weiterhin sollten Sie darauf achten, daß keine großen Verbraucher mit Störstrahlung an der gleichen Steckdose hängen. Ein kleiner Dimmer an der gleichen Steckdosenleiste betrieben, kann Ihre Anlage so durcheinanderbringen, daß kein vernünftiges Arbeiten

mehr möglich ist. Auch Leuchtstofflampen oder Motor-betriebene Geräte erzeugen ein reichhaltiges Störspektrum. Ist es nicht möglich, die Computeranlage an einem anderen Steckdosenanschluß zu betreiben, ist die Netzzuleitung zur Anlage mit einem Filter zu versehen. Kaufen Sie einen Ringkern (gibt es in gut sortierten Elektronikläden) und fädeln Sie die Netzzuleitung der Steckdosenleiste ein paarmal durch. Diese selbst gebastelte Induktivität hält viele Störimpulse von Ihrer Computeranlage fern. Zeigt dieses jedoch keine Wirkung, so müssen Sie schwere Geschütze auffahren. Dieses schützt Ihre Anlage auch in vielen Fällen vor Überspannung aus dem Netz. Trotzdem sollten Sie Ihre Anlage immer bei Gewittern komplett vom Netz trennen.

Fehlerkatalog

Computeranlage steigt nach längerem Gebrauch aus.

Die Geräte werden zu warm.

Sind die Geräte frei aufgestellt? Kann die Verlustwärme frei abgestrahlt werden?

Abhilfe:
Aufstellungsort ändern.

Floppy läßt sich nicht immer einwandfrei ansprechen.

Steht das Laufwerk zu dicht am Monitor?

Abhilfe:
Aufstellungsort ändern.

Öfters wird ein Reset des C 64 ausgelöst.

Sind andere Verbraucher an der gleichen Netzleitung angeschlossen?

Abhilfe:
Verbraucher entfernen oder Netzfilter (Bauanleitung im Kapitel über Erweiterungen) einfügen.

KAPITEL 3

Die CPU

Das Herz eines jeden Rechners ist die sogenannte CPU (Central Processing Unit). Dieser hochintegrierte Baustein steuert fast alle Abläufe im Rechner. Im C 64 verrichtet ein Prozessor vom Typ 6510 die gesamte Arbeit. Er gehört zur Familie der 6502-Serie. Man bezeichnet Bausteine, die für ein System konzipiert worden sind, als eine Familie. Sie können ohne Probleme zusammengeschaltet werden. Die Prozessoren dieser Familie verstehen auch meist die gleichen Befehle. Der 6510 ist Software-kompatibel zum 6502. Sie verarbeiten den gleichen Befehlssatz. Leider ist die Pin-Belegung beider Prozessoren unterschiedlich. Sie lassen sich also nicht untereinander in Schaltungen tauschen. Die 6510 besitzt einen Datenbus von acht Bit Breite. Über diese acht Leitungen kommuniziert die CPU mit allen anderen Bausteinen. Acht Leitungen lassen aber nur 2^8 Zustände zu. Damit ist die maximale Zahlengröße auf 256 festgelegt. Die 0 muß mitgezählt werden. Auf ihren Datenleitungen kann sie deshalb nur Zahlen bis zu einer maximalen Größe von 255 ausgeben. Größere Zahlen werden in mehrere kleine zerlegt und dann verarbeitet. Weiterhin verfügt sie über einen Adreßbus von 16 Leitungen. Damit lassen sich wiederum 2^{16}, gleich 65536 Speicherstellen ansprechen. Der maximale Speicher, den die CPU adressieren kann, beläuft sich also auf 65536. Dies entspricht 64 Kbyte. Wundern Sie sich nicht über die krumme Zahl, die plötzlich in 64 Kbyte endet. Ein Kbyte entspricht nämlich genau 1024 Bit. Wenn Sie nun 65536 durch 1024 teilen, kommt genau 64 heraus.

Im Gegensatz zu CPUs aus der Familie der Z-80-Reihe sind alle Bausteine der 6502-Reihe »Memory mapped«. Das bedeutet, sie müssen innerhalb des Adreßraums liegen. Da der C 64 nun aber 64 Kbyte RAM besitzt, müssen das ROM und die anderen Bausteine auch noch in diesem Bereich untergebracht werden. Physikalisch kann die CPU dies nicht bewältigen. Es geht nur, indem ein anderer Baustein die Kontrolle über den Speicher übernimmt. Die MMU erledigt diese Aufgabe. Sie steuert die Abfrage der einzelnen Speicherstellen. Das ROM wird einfach dem Speicher parallel geschaltet. Da für die Programmierung in Basic aber der Basic-Interpreter unentbehrlich ist, bleibt er ständig im Adreßraum eingeblendet. Deshalb stehen dem Anwender in Basic auch nur 38911 Byte für freie Programme zur Verfügung. Den Rest belegt das Betriebssystem, der Basic-Interpreter und der Zeichensatz. Wenn Sie in Maschinensprache programmieren, haben Sie einen freien Speicher von ca. 52 Kbyte zur Verfügung. Gehen wir die Anschlüsse des 6510 einmal der Reihe nach durch:

Pin 1: ø 0 in

Es handelt sich um einen Eingang. Hier wird das Taktsignal, das der VIC generiert, eingespeist. Es besitzt eine Frequenz von ca. 985 kHz.

Pin 2: RDY (Ready)

Über diesen Eingang wird der CPU signalisiert, ob die Signale, die auf dem Datenbus liegen, gültig sind oder nicht. Solange an diesem Pin Low-Pegel anliegt, weiß der Prozessor, daß er die Daten noch nicht übernehmen kann. Er geht in eine Warteschleife und prüft nur mit jedem Taktimpuls, ob die Daten gültig werden. Der Pin geht dann auf High-Potential.

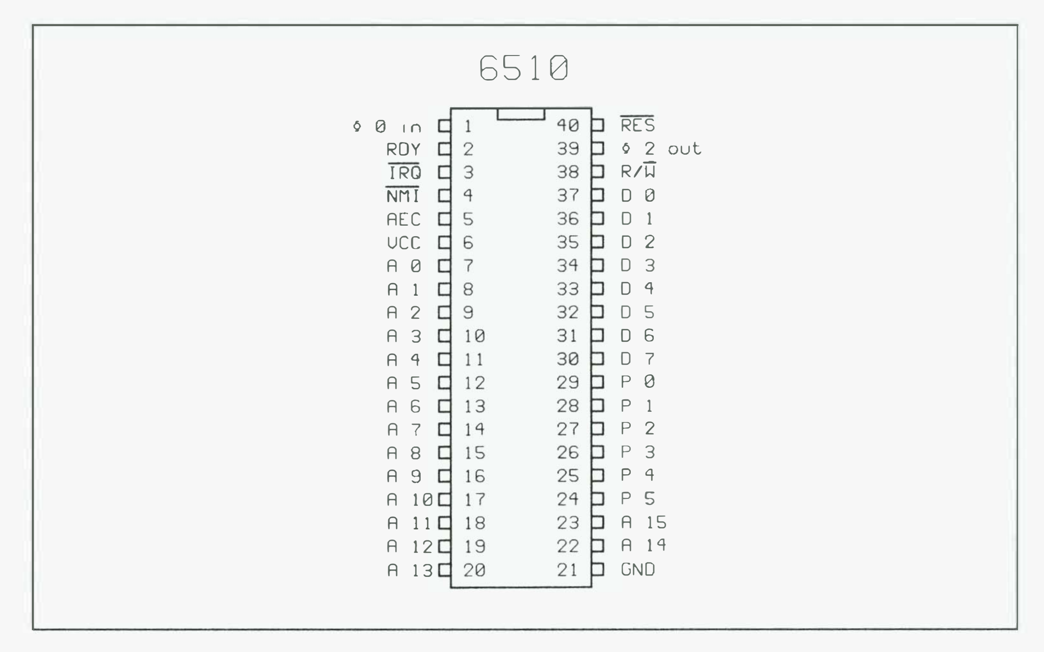


Bild 3.1: Diese CPU ist eine Spezialversion des 6502

Pin 3: IRQ (Interrupt ReQuest)
Geht dieser Pin auf »Low«, so verzweigt der Prozessor zur Interrupt-Routine. Diese ist in den Adressen $FFFE und $FFFF abgelegt. Softwaremäßig läßt sich der Interrupt durch Setzen des Interrupt-Flags im Prozessor-Status-Register (Bit 2) ausschalten. Ist dieses Bit gesetzt, werden alle ankommenden Interrupts nicht beachtet. Die CPU prüft ständig in einer Schleife den Pegel dieses Pins. Der Interrupt muß also so lange anliegen, bis er auch abgefragt worden ist. Ein kurzer Impuls genügt nicht!

Der Interrupt läßt sich auf drei verschiedene Arten auslösen:

1. Der VIC kann bei Erreichen eines bestimmten Ereignisses über Pin 8 einen Interrupt auslösen (Rasterzeilen-Interrupt).
2. Die CIA 1 löst bei einem bestimmten Ereignis einen Interrupt aus.
3. Am Expansion-Port können externe Schaltungen einen Interrupt auslösen, durch Low-Pegel auf Anschluß 4.

Pin 4: NMI (Non Maskable Interrupt)
Wie der Name schon sagt, ist dieser Interrupt über die Software nicht zu beeinflussen. Wie der IRQ gestattet dieser Eingang durch Anlegen eines Low-Pegels die Unterbrechung eines gerade laufenden Programms. Die CPU verzweigt bei Erscheinen eines NMI auf die

Adressen $FFFA und $FFFB, wo die Adresse der Interrupt-Routine abgelegt ist. Diese wird dann erst abgearbeitet, bevor das eigentliche Programm wieder aufgenommen wird.

Wie der IRQ kann der NMI auf drei Arten ausgelöst werden:

1. Durch Drücken der RESTORE-Taste. Der zweite Timer im 556 wird durch diese Taste getriggert und erzeugt einen Impuls, der den NMI auslöst. Die Triggerung erfolgt über einen sehr kleinen Kondensator von nur 51 pF. Deshalb muß manchmal schon sehr kräftig auf diese Taste gedrückt werden, um etwas zu bewirken. Dem läßt sich sehr leicht abhelfen: Vergrößern Sie diesen Kondensator auf ca. 4,7 nF. Diesen Kondensator löten Sie einfach unter die Platine parallel zu dem 51-pF-Kondensator. Schon ist diese Taste genauso leichtgängig wie alle anderen Tasten auch.

2. Die CIA 2 kann über den User-Port Ereignisse abfragen und dadurch einen NMI auslösen.

3. Auch am Expansion-Port liegt dieser Eingang an. So können auch externe Module einen NMI generieren.

Pin 5: AEC

Ein Low-Signal an diesem Eingang veranlaßt die CPU, ihre Busleitungen in den Tri-State-Zustand zu versetzen. Der Prozessor ist nun für das System nicht mehr vorhanden. Ein anderer Baustein kann nun die Herrschaft über die gesamte Hardware des C 64 übernehmen. In der Praxis ist es der VIC, der bei der Steuerung von Sprites über diesen Anschluß den Prozessor lahmlegt.

Pin 6: Vcc

An diesem Pin liegt die Betriebsspannung des Prozessors von + 5 Volt an.

Pin 7 bis Pin 20: Adreßbus

Über diese Anschlüsse wählt die CPU die Speicherstellen aus, in die sie etwas schreiben oder von denen sie Daten lesen will.

Pin 21: Gnd

Hier liegt die Versorgungsspannug mit Masse-Potential an.

Pin 22 und 13: Adreßbus

Die beiden höchstwertigen Adressen liegen an diesen beiden Pins an.

Pin 24 bis 29: P 5 bis P 0

Im Gegensatz zu seinem Gegenstück dem 6502 Prozessor besitzt der 6510 einen eigenen freien Port. Über sechs Leitungen kann die CPU externe Geräte steuern. Hiermit wird die Umschaltung von RAM auf ROM und eine eventuell angeschlossene Datasette gesteuert.

Pin 30 bis Pin 37: D 7 bis D 0 (Datenbus)

Über diese Ein- und Ausgänge verarbeitet der Prozessor Daten.

Pin 38: R/W Read/Write

An diesem Pin gibt die CPU aus, ob sie Daten lesen oder schreiben will. Bei High-Pegel wünscht die CPU einen Lesezugriff. Bei Low-Pegel möchte sie Daten in eine Speicherstelle schreiben. Dies funktioniert jedoch nur bei RAM-Bausteinen. ROMs sind ja nur Lesespeicher, deren Inhalt nicht mehr verändert werden kann.

Pin 39: ø 2 out

Hier gibt die CPU den für das gesamte System gültigen Takt zur Synchronisation der einzelnen Bausteine aus.

Pin 40: Reset

Reset-Eingang. Bei Low-Pegel führt der Prozessor einen Reset aus. Er verzweigt zu den Adressen $FFFC und $FFFD. Dort holt er sich die Adresse der eigentlichen Reset-Routine. An dieser Adresse beginnt das Betriebssystem.

Fehlersuche an der CPU

Fällt die CPU aus, macht der C 64 gar nichts mehr. Nicht einmal die Einschaltmeldung ist zu sehen. Bleibt alles dunkel, ist als erstes die Stromversorgung zu verdächtigen. Leuchtet aber die rote LED am C 64, so fangen wir mit der Fehlersuche am Prozessor an.

Das wichtigste Signal an der CPU ist neben dem Takt der Eingang an Pin 40. Er versetzt den Prozessor beim Einschalten in einen definierten Zustand. Dieser Reset-Eingang wird kurz nach dem Einschalten durch einen Timer-Baustein vom Typ 556 kurzeitig auf »Low« gezogen. Dieser IC besitzt intern zwei getrennte Timer-Bausteine. Der eine wird für den Reset beim Einschalten benutzt und der andere dient zur Erzeugung eines Impulses für die [Restore]-Taste. Gibt der Timer A einen Impuls aus, wird er durch einen Inverter in seinem Potential negiert. Dieser negierte Impuls wird auf den Pin 40 der CPU gegeben. Dadurch führen die CPU und alle anderen Bausteine, die auch an dieser Leitung angeschlossen sind, einen Reset aus. Nach ca. einer halben Sekunde wird dieser Eingang wieder auf High-Potential gesetzt. Mit dem Logiktester läßt sich dieses Verhalten ganz leicht überprüfen. Setzen Sie die Tastspitze auf den Pin 40 und schalten Sie den Rechner aus. Nach dem Einschalten muß der Tester erst einen kurzen Low-Pegel anzeigen, um nach der halben Sekunde auf »High« zu gehen. In diesem Moment nimmt der Prozessor seine Arbeit auf. Er verzweigt auf die Adressen $FFFC und $FFFD (Reset-Vektor). Dort holt er sich die Adresse des nächsten abzuarbeitenden Befehls. An dieser Adresse beginnt nun das eigentliche Betriebssystem. Bleibt dieser Pegel jedoch ständig auf »Low«, stimmt etwas mit dem Reset nicht. Für Servicearbeiten an dem C 64 ist es selbstverständlich, daß alle Erweiterungen abgebaut werden. In den meisten Fällen wird hierbei der nachträglich eingebaute Reset-Taster vergessen. Weist dieser jedoch einen Fehler auf, z.B. einen Kurzschluß, bekommt die CPU einen Dauer-Reset. Jede weitere Fehlersuche wird hierdurch erschwert. Deshalb ist immer erst dieser Eingang auf

ordnungsgemäße Funktion hin zu überprüfen. Sie können den Eingang auch mit einem normalen Multimeter überprüfen. Ein Analog-Meßinstrument ist hierfür besser geeignet als ein digitales. Nur bei einem Analogmultimeter, können Sie die Pegeländerung richtig erkennen. Nach dem Einschalten muß der Zeiger kurzzeitig abfallen, um nach einer halben Sekunde auf +5 Volt anzusteigen. Ist diese Funktion in Ordnung, so können Sie sich dem nächsten Punkt zuwenden.

An Pin 39 muß eine Rechteck-Spannung anliegen. Dies ist der zentrale Takt, mit dem alle anderen Bausteine im C 64 synchronisiert werden. Fehlt dieser Takt, kann der Computer auch nicht arbeiten. Überprüfen Sie ihn mit dem Logiktester oder einem Oszilloskop. Der Takt weist eine Frequenz von ca. 985 kHz auf. Das ist so ziemlich die höchste Frequenz, die die anderen Bausteine im C 64 verarbeiten können. Eine Erhöhung der Taktfrequenz ist deshalb nicht möglich. Auch greift der VIC abwechselnd mit dem Prozessor auf den Bus zu. Deshalb ist zwar beim C 128 eine Erhöhung der Taktfrequenz auf 2 MHz gestattet, jedoch nur bei abgeschalteter Bildschirmausgabe. Im C 128 haben die anderen Bausteine auch eine höhere Grenzfrequenz, so daß nur hier die höhere Taktfrequenz auch möglich ist.

Fehlt dieser Takt, messen Sie an Pin 1. Hier muß der Takt auf jeden Fall anliegen. Fehlt er auch hier, kann die CPU eigentlich keinen Defekt aufweisen, der Fehler muß dann woanders liegen. Ist er aber hier vorhanden, fehlt aber an dem Ausgang an Pin 39, ist die CPU als Fehlerursache schon höchst verdächtig. Um weitersuchen zu können, wäre ein Oszilloskop schon höchst vorteilhaft. Sehen Sie sich die Amplitude des Ausgangssignals einmal sehr genau an. Ist sie sehr klein (< 2 Volt Vss), belastet ein anderer Baustein diese Leitung sehr stark. Nun müssen Sie der Reihe nach alle ICs, die mit diesem Takt versorgt werden, entfernen. Das sind die beiden CIAs und der SID. Schauen Sie auch genau am Expansion-Port nach. Der Takt wird auch an diesem Port, zwecks Synchronisation externer Bausteine, ausgegeben. Ein Kurzschluß hier kann die Rechteck-Spannung auch zusammenbrechen lassen. Dabei wird der Prozessor allerdings stark belastet. Der Ausgang Pin 39 kann dabei zerstört werden. Ist dieses geschehen, ist die CPU nicht mehr zu gebrauchen. Sie muß dann ausgetauscht werden. In den meisten Fällen ist sie eingelötet. Im Kapitel 20 können Sie nachlesen, wie man vielpolige Bausteine auch mit Heimwerkermitteln auslötet.

Die PLA

Die PLA (Programmable Logic Array) geht der CPU zur Hilfe. Über sie werden die einzelnen Bausteine im C 64 gesteuert. Sie übernimmt auch die Speicherverteilung. Ob der RAM- oder der ROM-Bereich angesprochen werden oder I/O-Operationen stattfinden sollen, immer hat die PLA ihre Hände im Spiel. Intern besteht sie aus einem Logik-Array, das nach Programmierung die benötigten Steuersignale erzeugen kann. Insgesamt besitzt dieser Baustein 16 Eingangs- und 8 Ausgangsleitungen. Diese Ein- und

Ausgänge sind über verschiedene Gatter miteinander verbunden. Durch Programmierung dieses Bausteins lassen sich die unterschiedlichsten Logiken erzeugen. Das IC könnte genauso gut durch einzelne Gatter ersetzt werden, aber der Einsatz der PLA spart viele TTL-Chips und Platz ein. Außerdem vereinfacht sich das Layout der Platine.

Über drei Signale, die vom Prozessor-Port kommen, entscheidet die PLA, welche Bausteine in welchen Speicherbereich eingeblendet werden. Weiterhin befindet dieser Baustein darüber, welcher ROM-Bereich eingeblendet wird. Die Ausgänge CHAROM, KERNAL und BASIC sorgen für die richtige Selektierung des jeweiligen Festwertspeichers. Zwei Signale, die vom Expansion-Port kommen, entscheiden über die Speicheraufteilung des C 64 bei eingestecktem Modul.

Haben Sie ein Modul in den Expansion-Port eingesteckt, wird dessen Software praktisch verzögerungsfrei in den Speicher des C 64 eingeblendet. Der Umfang der eingeblendeten Software kann minimal 8 und maximal 16 Kbyte betragen. Die Meldung, wieviel Platz im Speicherbereich benötigt wird, gibt das Modul an das Logik-Array weiter, das dann den Platz zur Verfügung stellt.

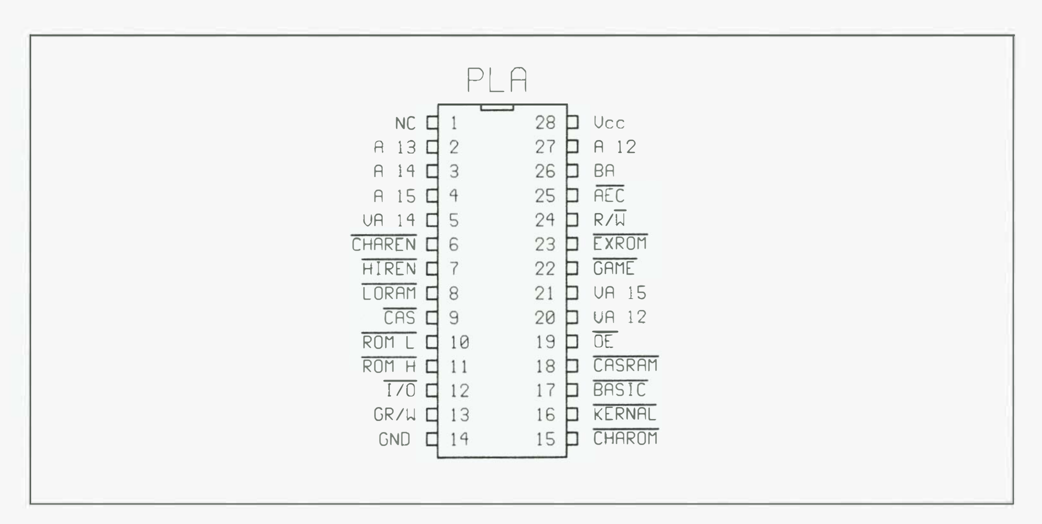


Bild 3.2: Dieser Baustein hilft der CPU bei der Adreßverwaltung

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	NC	nicht belegt
2	A 13	Adreßleitung 13
3	A 14	Adreßleitung 14
4	A 15	Adreßleitung 15
5	VA 14	Adreßleitung 14 vom Videobereich

Pin	Bezeichnung	Funktion
6	CHAREN	CHAREN vom Prozessor-Port
7	HIRAM	HIRAM vom Prozessor-Port
8	LORAM	LORAM vom Prozessor-Port
9	CAS	Signal vom VIC zur Steuerung der dynamischen RAMs
10	ROM L	Steuersignal für den Expansion-Port
11	ROM H	Steuersignal für den Expansion-Port
12	I/O	Adreßdekodierungssignal für den I/O-Bereich
13	GR/W	READ/WRITE-Signal für das Farb-RAM
14	Gnd	Masse
15	CHAROM	Chip-select für Zeichensatz-ROM
16	KERNAL	Chip-select für Betriebssystem
17	BASIC	Chip-select für Basic-Interpreter
18	CASRAM	CAS-Signal für die dynamischen Speicher
19	OE	Output Enable: dient zur Aktivierung der PLA; im C 64 ständig aktiviert
20	VA 12	Adreßleitung für den Videobereich
21	VA 13	Adreßleitung für den Videobereich
22	GAME	Steuerleitung vom Expansion-Port
23	EXROM	Steuerleitung vom Expansion-Port
24	R/W	Schreib-/Lesesignal von der CPU
25	AEC	AEC-Signal vom VIC
26	BA	Bus-Availible vom VIC
27	A 12	Adreßleitung 12
28	Vcc	+ 5 V

Eine Fehlersuche ist an diesem Baustein ohne Logik-Analyzer praktisch nicht möglich. Die internen Funktionen lassen sich nicht mit Amateurmitteln überprüfen. Deshalb – falls sich der C 64 nicht mehr reparieren läßt – verbleibt als letzte Möglichkeit nur noch, diesen Baustein auf Verdacht auszutauschen; die Werkstätten machen auch nichts anderes.

KAPITEL 4

Die Ports des C 64

Der Joystick-Port

Kommt Ihnen diese Szene auch bekannt vor? Sie sitzen vor dem Bildschirm und umklammern mit festem Griff den Joystick. Eine letzte Wendung und das Ziel ist erreicht. Ein Ruck nach rechts und die Spielfigur läuft geradewegs in das Monster hinein. Sch...! Der Joystick fliegt in die Ecke. Am besten geht man jetzt erst mal spazieren und dann wird in Ruhe überlegt. Kann der Joystick defekt sein, oder liegt der Fehler im Rechner?

Doch wie funktioniert die ganze Sache überhaupt? Der Spieler muß dem Computer ja mitteilen, wie er die Spielfigur zu steuern gedenkt. Dazu wird in der Regel ein spezielles Eingabegerät gebraucht: ein Joystick. Doch wie arbeitet er eigentlich? Im Prinzip sind alle Joysticks nach dem gleichen Muster aufgebaut.

Ein Steuerknüppel betätigt, je nach Bewegung des Spielers, einen Schalter. Der Kontakt wird geschlossen, der Computer fragt diesen Kontakt über einen speziellen Ein-/Ausgabe-Baustein ab und steuert die Spielfigur dementsprechend. Der Schalter besteht bei einfachen Joysticks nur aus zwei Metallfedern, die durch den Steuerknüppel zusammengedrückt werden. Bedingt durch die einfache Bauweise kann eine Feder schnell brechen und dadurch den Joystick unbrauchbar machen. In teuren Modellen werden Mikroschalter eingesetzt; diese sind wesentlich haltbarer. Aber trotzdem besitzen sie, wie jedes mechanische Gerät, nur eine begrenzte Lebensdauer. Sie liegt bei garantierten Ein-Million-Schaltspielen. Aber bei manchen Spielen werden die Schalter doch echt gefordert. Deshalb ist es kein Wunder, wenn einer mal den Geist aufgibt. Diese Schalter gibt es nun nicht im Elektronik-Handel. Sie werden aber im Fachhandel für Elektrozubehör vielfältig eingesetzt. In Waschmaschinen z.B. werden sie häufig eingesetzt. Im Elektro-Fachgeschäft werden Sie diese Schalter leicht auftreiben können. Im Joystick selbst sind diese Schalter mit Blechschrauben angebracht und über Stecker mit dem Port verbunden. Der Austausch eines Schalters geht vollständig ohne Löten vor sich. Schrauben Sie den Joystick auf und ...? Doch da sind vier Schalter. Welcher ist der richtige? Oder ist der Computer doch defekt?

Kein Problem: Hierbei hilft uns diesmal die Software. Ein kleines Programm fragt den Joystick-Port ab und gibt uns die Stellung des Joysticks auf dem Bildschirm aus. Zuerst wird man gefragt, ob man Port 1 oder 2 testen will. Da es nur ein Testprogramm ist, wurde auf eine Sicherheitsabfrage verzichtet, d.h. durch eine falsche Zahleneingabe kann es zum Absturz gebracht werden. Stimmen die Angaben auf dem Bildschirm mit den tatsächlichen Bewegungen überein? Falls nein, sollte der Joystick ausgewechselt werden. Gibt es dann immer noch Probleme, so könnte man nach Murphys Gesetz (wenn etwas schiefgehen kann, geht es auch schief) davon ausgehen, daß auch der zweite Joystick defekt ist. Aber es ist sehr unwahrscheinlich, daß zwei Geräte den gleichen Fehler aufweisen.

Zeigt sich der Fehler nur bei einem Joystick, läßt sich sofort erkennen, welcher Schalter defekt ist. Merken Sie sich die Stellung, bei der der Computer nicht reagierte. Jetzt können Sie den Joystick aufschrauben. Beim aufgeschraubten Modell läßt sich sofort erkennen, welcher Schalter seinen Dienst verweigert. Bedienen Sie den Joystick genau so wie eben am eingeschalteten Computer. Sie sehen nun deutlich, welcher Schalter zwar betätigt wird, aber seine Information für sich behält. Diesen tauschen Sie nun aus. Zwei Blechschrauben müssen Sie entfernen und die beiden Stecker abziehen. Beim Festschrauben denken Sie bitte daran: nach ganz fest kommt ganz locker.

Zeigt sich der Fehler jedoch bei beiden Joysticks, wird die CIA im C 64 defekt sein. Dieser Spezial-Baustein ist im C 64 gleich zweimal vorhanden. Er dient einmal zur Steuerung der Tastatur und der Joystick-Ports. Die andere CIA bedient den User-Port und den seriellen Port. Diese Bausteine sind wahre Alleskönner. Sie beinhalten außer zwei Parallel-Ports noch zwei Timer. Leider sind es auch Spezial-Chips von Commodore. Deshalb ist ihr Preis nicht gerade niedrig. Sie müssen aber für den Austausch genau dieses IC verwenden. Der Preis betrug bei Drucklegung dieses Buchs ca. 33 Mark. Um sie auszuwechseln muß jedoch der C 64 geöffnet werden.

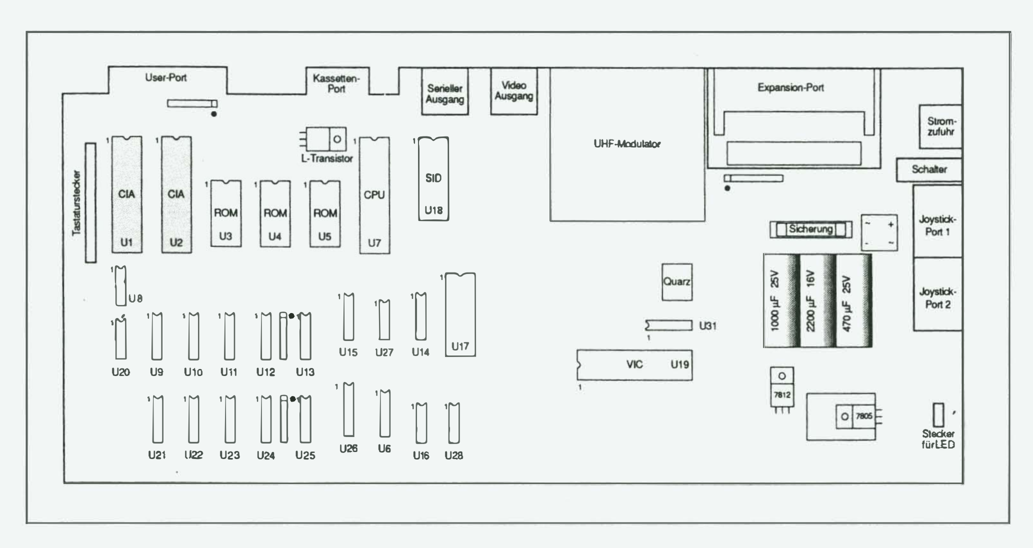


Bild 4.1: Die CIAs sind grau hinterlegt

In einigen C 64 ist die CIA gesockelt. Der Austausch macht dann kaum Schwierigkeiten, allerdings sollten Sie beim Entfernen der gesockelten ICs vorsichtig vorgehen. Nehmen Sie einen kleinen Schraubendreher, schieben Sie ihn vorsichtig an einer der kurzen Seiten zwischen Fassung und IC und drücken Sie ihn langsam ein kurzes Stück nach unten. Dabei heben Sie das IC an dieser Seite etwas aus der Fassung. Bitte nicht zu weit anheben, da auf der anderen Seite dann die Beinchen verbogen werden. Genauso

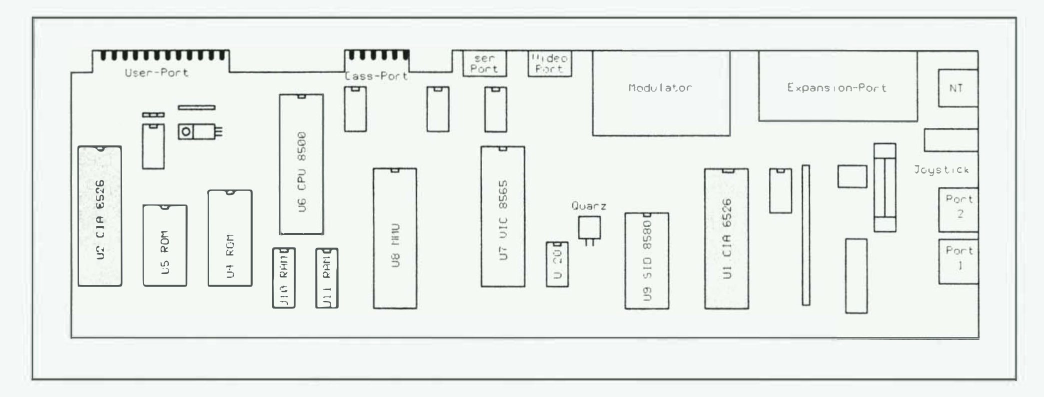


Bild 4.2: Auf der neuen Platine hat eine CIA den Platz gewechselt

verfahren Sie auf der anderen Seite. Dieses Verfahren wiederholen Sie nun so lange, bis das IC mit Daumen und Zeigefinger leicht aus der Fassung gezogen werden kann. Fassen Sie die Beinchen des IC möglichst nicht an, da es durch statische Aufladung zerstört werden kann. Dann nehmen Sie die neue CIA vorsichtig, ohne die Beinchen zu berühren, aus dem leitenden Schaumstoff, halten sie mit den Pins von sich wegzeigend mit beiden Händen fest und drücken die Beinchen auf eine Tischplatte, bis sie mit dem IC-Körper einen Winkel von 90 Grad bilden. Mit der anderen Pin-Reihe verfahren Sie genauso. Jetzt läßt sich das IC problemlos in die Fassung setzen.

Achten Sie genau darauf, daß sich nicht ein Pin an der Fassung vorbeimogelt. Ansonsten müssen Sie das IC wieder aus der Fassung hebeln, das Beinchen mit einer Pinzette vorsichtig geradebiegen und es erneut versuchen.

Ist das IC nicht gesockelt, muß es ausgelötet werden. Das Verfahren dazu entnehmen Sie bitte Kapitel 20.

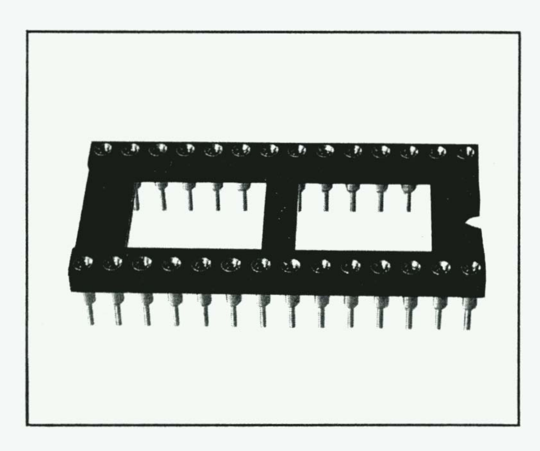


Bild 4.3: Eine Präzisionsfassung sorgt immer für den richtigen Kontakt

Nachdem Sie das defekte IC entfernt haben, setzen Sie dann eine Präzisionsfassung ein. Sie kostet zwar fast das Vierfache einer normalen Fassung, aber Sie können sich auf deren Funktion wenigstens hundertprozentig verlassen.

Nach Verlöten derselben setzen Sie bitte die neue CIA »richtig herum« ein. Falls Sie hier etwas falsch machen, so sind Sie mit ca. 33 Mark wieder dabei. Nach Zusammenbau und Einschalten des C 64 und Starten des Testprogramms müßte der Joystick-Port wieder funktionieren. Falls nicht, schauen Sie sich Ihren Computer noch mal genau an. Haben Sie die richtige CIA gewechselt? Nein? Dann: Insert coin, try it again. Diesmal können Sie nur die richtige CIA erwischen, denn der C 64 besitzt ja nur zwei.

Aber nicht nur für die Abfrage der Ports ist die CIA zuständig. Sie erzeugt nebenbei noch den Interrupt für den Prozessor. Ist sie defekt, was ohne weiteres durch das Tauschen der beiden Joysticks, während der Computer eingeschaltet war, geschehen kann, ist es natürlich möglich, daß die CIA so zerstört wurde, daß sie überhaupt nicht mehr arbeitet. Jetzt macht der C 64 nach dem Einschalten überhaupt nichts mehr. Es erscheint nach dem Einschalten nur der Rahmen und die Hintergrundfarbe. Danach aber stoppt der C 64 jede Aktivität. Auch in diesem Fall kann eine CIA defekt sein. Dieser Fehler ist jedoch leicht festzustellen. Der C 64 enthält zwei CIAs, die unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen haben. CIA 1 ist zuständig für die Tastaturabfrage, die Joystick-Ports und das Lesen der Kassette. CIA 2 übernimmt den User-Port, die RS232-Schnittstelle, teilweise für den seriellen Bus und sie enthält Videohilfsadressen. Deshalb kann der C 64 ohne CIA 2 arbeiten, und es ist möglich, die beiden CIAs auszutauschen. Denken Sie bitte daran, im C 64 nur bei ausgeschalteter Spannung zu arbeiten. Funktioniert es jetzt wieder, so müssen Sie das defekte IC, das vorher im Sockel von CIA 1 steckte, austauschen.

Zur Stromversorgung kleinerer Geräte besitzt der Joystick-Port einen 5-Volt-Ausgang. Dort kann ein Light-Pen, der noch eine Verstärkerstufe besitzt, seinen Strom herbekommen. Dieser Ausgang darf aber nur mit maximal 50 mA belastet werden. Ein

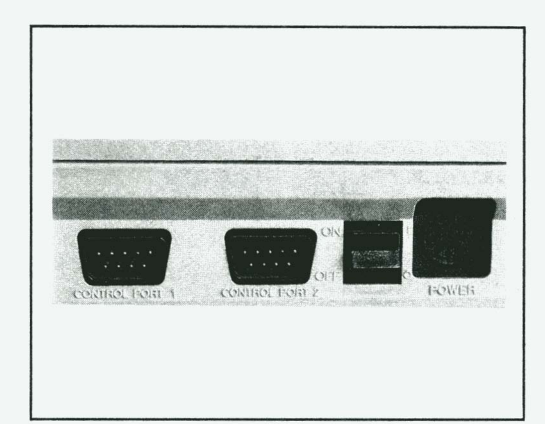


Bild 4.4: Die Joystick-Ports

Eingang des VIC ist direkt auf diesen Port geschaltet. Dieser bedient den Light-Pen. Zwei weitere Anschlüsse gehen über einen CD 4066 auf den SID. Es ist kaum zu glauben, aber dieser Tonerzeugungsbaustein bedient die Paddles (Drehregler, siehe dort).

Dieser Baustein findet heute nur noch selten Verwendung, da kaum noch Datasetten-Stationen in Betrieb sind. Aber als Port läßt er sich gut gebrauchen. Es gibt z.B. eine Uhr, die über diesen Port ihre Daten in den Rechner gibt. Der Port ist als Platinenstecker ausgeführt. Als Besonderheit sind die oberen und unteren Leitungen miteinander verbunden. Sie brauchen also nur eine Leitung am Stecker anzulöten. Pin C-3 steuert über einen Leistungstransistor normalerweise den Motor der Datasette. Dieser kann einen Strom von ca. 500 mA liefern. Bei diesem relativ hohen Strom sollten doch beide Stecker angelötet werden, um die dünnen Leiterbahnen im C 64 nicht zu überlasten. Bedenken Sie bei Anschluß von eigenen Steuerungen, daß dieser Ausgang eine Spannung von ca. 7 Volt abgibt. Das ist viel zuviel für TTL-Bausteine. Sie reagieren mit sofortiger Zerstörung. Wenn sich die Datasette nicht mehr steuern läßt, d.h. der Motor läuft nicht mehr an, ist mit ziemlicher Sicherheit der Leistungstransistor für die Motorsteuerung defekt. Dort befindet sich ein 2 SD 880, ein npn-Leistungstransistor japanischer Fertigung. Dieser läßt sich bei Defekt ohne weiteres gegen einen deutschen BD 241 austauschen. Die anderen Leitungen gehen direkt auf den Prozessor 6510. Sie dienen der Datenübertragung von der Datasette zum C 64. Da sie direkt mit der CPU Verbindung haben, sind sie relativ empfindlich. Falls Sie etwas anderes als die Uhr an den Cassetten-Port angeschlossen haben und der Rechner danach nicht mehr richtig funktioniert, so können Sie mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß die CPU zerstört wurde. Die einzige Möglichkeit, den »Brotkasten« wieder in Schwung zu bringen, ist eine neue CPU einzusetzen.

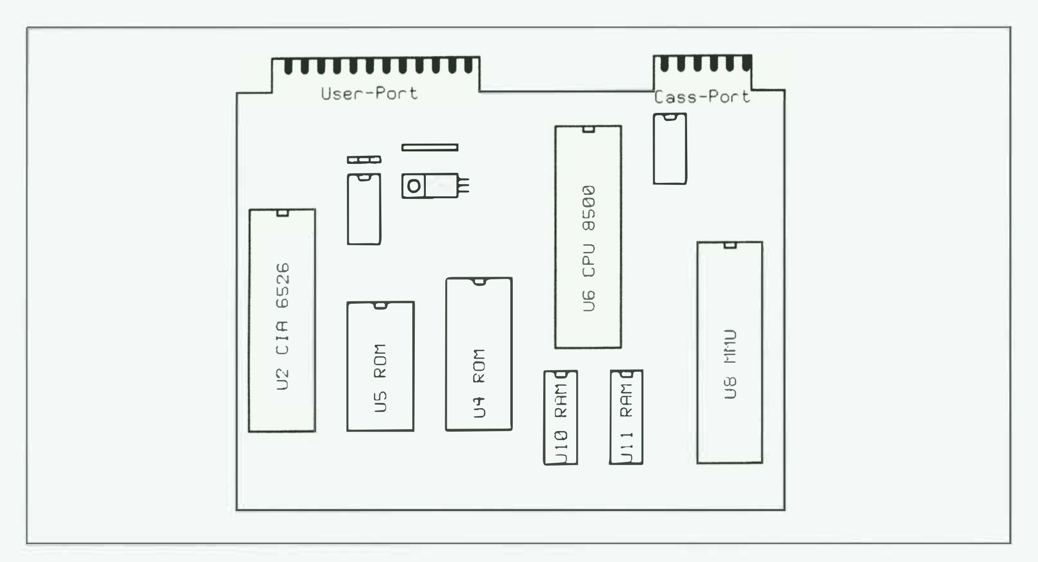


Bild 4.5: Der Leistungstransistor

Der User-Port

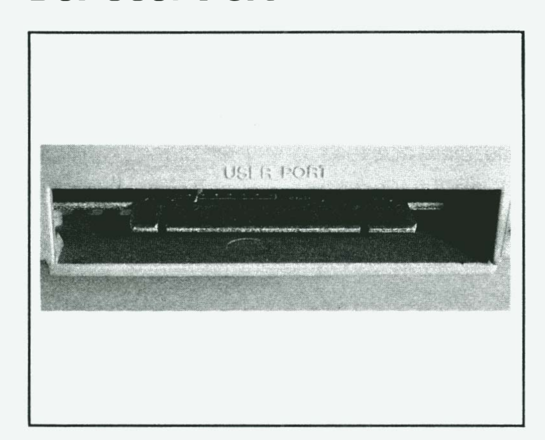


Bild 4.6: Der User-Port in Großaufnahme

Dieser Port macht es dem Benutzer relativ leicht, Peripheriegeräte anzusteuern. Mit seinen acht frei programmierbaren Leitungen lassen sich alle möglichen Steuerungen realisieren. Die einzelnen Leitungen sind über die Software sowohl als Eingang als auch als Ausgang zu schalten. Im Gegensatz zu anderen Port-Pausteinen sind die Leitungen frei wählbar. Das bedeutet, eine Leitung kann als Eingang dienen, die nächste als Ausgang, dann wieder Eingang usw. Die Leitungen des User-Ports führen direkt auf die CIA im C 64. Leider ist dieser Baustein sehr empfindlich. Deshalb sind Kurzschlüsse an diesen Leitungen unbedingt zu vermeiden. Die CIA kann einen maximalen Strom von 2 mA liefern. Ein größerer Strom zerstört sie unweigerlich. Schließen Sie nun einen Floppy-Speeder oder einen Drucker an den User-Port an, so ist die Länge des Kabels entscheidend.

Ein Kabel besteht nämlich nicht, wie uns der Strich im Schaltplan weißmachen will, nur aus einer idealen Verbindung zwischen zwei Punkten. Jedes Kabel hat auch einen Widerstand, der hier allerdings nicht ins Gewicht fällt. Viel gravierender wirkt sich die Kapazität zwischen den einzelnen Leitungen und der Masseverbindung aus. Bei einer Länge von 2 Metern liegt sie schon deutlich über 100 pF. Diese Kapazität muß bei einem Wechsel von 0 auf 1 natürlich umgeladen werden. Den dafür nötigen Strom muß jetzt die CIA liefern. Bei einer ungünstigen Lage der Bits kann es vorkommen, daß mal ein Bit nicht richtig übermittelt wird. Steigt also die Länge des Kabels, steigt auch die Fehlerhäufigkeit der übermittelten Bits. Dabei wird die CIA aber auch stark belastet, wenn sie immer einen höheren Strom liefern muß. Sie erwärmt sich stark und es ist nur eine Frage der Zeit, bis sie ganz ihren Geist aufgibt. Läßt sich die Verbindung zwischen den beiden Geräten aus innenarchitektonischen Gründen nicht verringern, bleibt nur der Bau eines Leistungstreibers. Hier werden nun spezielle Treiber-Bausteine eingesetzt, die den nötigen Strom ohne Probleme liefern können. Damit werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: Die Länge des Kabels läßt sich nun ohne Gefahr bis auf 5 Metern ausdehnen

und die CIA wird wirkungsvoll durch die billigen Treiber-Bausteine geschützt. Im Anhang finden Sie dazu eine Bauanleitung.

Der User-Port stellt aber noch mehr als nur die acht Leitungen zur Verfügung. Diese Anschlüsse sind direkt mit dem Port B der CIA 1 verbunden. Vom Port A steht dem Benutzer nur noch ein Bit zur Verfügung. Die freien steuerbaren Leitungen befinden sich allesamt an der Unterseite des Platinensteckers. Die Tabelle im Anschluß dieses Kapitels zeigt alle Anschlüsse des User-Ports auf einen Blick. Die Zeichnung zeigt den User-Port von hinten. Sie blicken also genau auf die Anschlüsse.

Der Expansion-Port

Für die Entwicklung des C 64 stand der PET, für die 80-Reihe und für den Heimanwender der VC 20 Pate. Der C 64 ist damals von seinen Entwicklern als offenes System geplant worden. Offenes System, was heißt denn das?

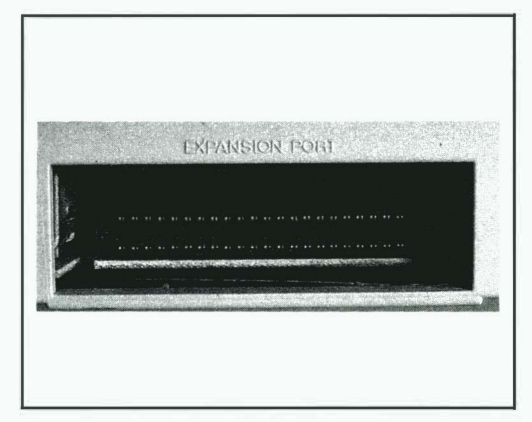


Bild 4.7: Der Expansion-Port

Stellen Sie sich vor, Sie nutzen den C 64 nur für ein bestimmtes Programm, z.B. nur für Textverarbeitung. Dann kennen Sie doch sicher dieses Spielchen: Computer anschalten, Diskette mit dem Textverarbeitungsprogramm in die Floppy legen, starten, Diskette raus und die Diskette mit den Textdateien rein. Jetzt können Sie endlich anfangen zu arbeiten. So weit, so gut. Doch für einen kurzen Text ist dies ziemlich viel Aufwand. Was macht man also? Es wird wieder die alte Schreibmaschine aus der Ecke geholt. Doch für solche und ähnliche Probleme hat Commodore vorgesorgt und hinten am C 64 einen Expansion-Port vorgesehen. Dort sind alle wichtigen Leitungen des Rechners herausgeführt. Wichtige Programmme lassen sich auf ein EPROM brennen, in eine spezielle Karte setzen und in den Expansion-Port einstecken. Dieses Programm wird dann beim Einschalten des Computers gleich in seinen Speicherbereich eingeblendet und sofort ausgeführt. Dies

bedeutet, um bei unserem Beispiel zu bleiben, daß direkt nach dem Einschalten des C 64 die Textverarbeitung zur Verfügung steht.

Ein offenes System bedeutet also, daß man seinen Computer nach ganz speziellen Wünschen erweitern kann. Dies ist nicht nur auf bestimmte Programme bezogen, sondern auch auf die Hardware. Sie können den C 64 mit den entsprechenden Modulen zum Meßcomputer aufrüsten oder ihn zur Steuerung beliebiger Systeme einsetzen. Doch wie sieht dieser Port aus?

Der Expansion-Port besteht aus einem 44-Pin- Steckverbinder, wobei 22 Kontakte oben und 22 Kontakte unten im Rastermaß 2,51 mm angeordnet sind. Deshalb liegen alle relevanten Signale an diesem Port an. Sämtliche Daten-, Adreß- und Steuerleitungen sowie Taktleitungen sind hier dem Benutzer zugänglich. Da diese Signale direkt zu der Hardware des Computers führen, ist dieser Port naturgemäß sehr empfindlich. Über einen eigenen Eingang (DMA) läßt sich die interne CPU abschalten, so daß ein an diesem Eingang eingesteckter Prozessor Zugang zu sämtlichen Bausteinen im C 64 besitzt. Auch das RAM ist so zugänglich. Es läßt sich also von externer Peripherie beschreiben, ohne den Umweg über die CPU machen zu müssen. Der Prozessor kann dann die eingebrachten Daten problemlos weiterverarbeiten. Die Leitungen besitzen weder Abschlußwiderstände noch sind sie gepuffert. Was will uns das sagen? Dazu müssen wir uns etwas in die Tiefen der Hardware begeben. Wie Sie vielleicht wissen, gibt es in der Computertechnik nur die zwei Zustände 0 und 1. Dabei ist 0 die Spannung 0 Volt zugeordnet und 1 die Spannung + 5 Volt (positive Logik). Man vergißt aber nur allzu leicht, daß man nicht mit idealen Bausteinen arbeitet, sondern mit realen und die verbrauchen dummerweise auch Strom. Jeder Ausgang eines IC kann nur eine bestimmte Menge Strom abgeben. Man bezeichnet die Menge an Strom nicht in Milliampere, sondern rechnet einfach mit der Anzahl der Eingänge, die ein IC-Ausgang versorgen kann. Denn in jeden IC-Eingang fließt ein kleiner Strom, wenn er angesteuert wird. Dementsprechend kann jeder IC-Ausgang nur eine bestimmte Zahl von Eingängen versorgen. Man bezeichnet die Anzahl mit »Fan Out«. In einigen ICs sind intern einige Eingänge zusammengeschaltet, die dann natürlich den Ausgang des vorherigen Bausteins zusammen belasten. Dies ergibt dann den »Fan In«. Dazu ein kleines Beispiel:

Ein normaler TTL-Chip hat ein »Fan Out« von 10, d.h. er kann zehn Eingänge sicher mit dem nötigen Strom versorgen. Ein SN 7475 (Speicher-Baustein für vier Bit) besitzt einen Speichereingang für vier Flip-Flops; intern sind bei ihm vier Eingänge parallel geschaltet (»Fan In« von 4). Für unser Beispiel bedeutet das, daß ein TTL-IC nur zwei von diesen Bausteinen versorgen kann.

Die Leitungen, die aus dem Expansion-Port herausgeführt sind, können maximal einen LS-TTL-IC-Eingang treiben. Deshalb darf auch nur maximal ein Modul im Expansion-Port betrieben werden. Ein Modul darf nur im ausgeschalteten Zustand des Rechners ein- oder ausgesteckt werden. Anderenfalls wäre eine Zerstörung einiger Bausteine im Modul und/oder des C 64 die Folge. Außerdem spielt die Leitungslänge zum Modul eine

entscheidende Rolle. Die Leitungen sind im C 64 intern mit den wichtigsten Bausteinen verbunden. Auch eine nicht angeschlossene längere Leitung belastet durch ihre Kapazität die an sie angeschlossenen Bausteine im Rechner. So kann es vorkommen, daß durch diese Leitung Daten nicht mehr richtig erkannt werden, was natürlich einen Computerabsturz zur Folge hat. Der Expansion-Port läßt sich also, wie Sie nach diesen Ausführungen unschwer erkennen können, nicht so einfach verlängern.

Nach soviel Theorie endlich wieder zur Praxis. Von einigen Herstellern werden Module für den Expansion-Port angeboten. Diese sind so ausgelegt, daß sie die einzelnen Leitungen möglichst wenig belasten. Dafür gibt es einige Tricks, die hier aufzuzählen wenig Sinn hätte. Aber Sie können mir ruhig glauben, daß man mit einem gekauften fehlerfreien Modul den Expansion-Port nicht zerstören kann. Anders sieht es schon wieder bei den Verlängerungen des Ports aus. Sind diese nicht gepuffert, d.h. mit einigen ICs zur Verstärkung der Signale ausgerüstet, kann es vorkommen, daß manche Module ihren Dienst nicht verrichten können. Der C 64 stürzt ab. Commodore hat immer wieder unterschiedliche Chips in die Rechner eingesetzt. So kann also der Fall auftreten, daß eine Erweiterung bei Ihrem Freund anstandslos arbeitet, bei Ihnen aber nicht. Dagegen läßt sich leider nichts unternehmen. Sie werden mit diesem Effekt leben müssen. Ähnlich sieht es mit den sogenannten Port-Erweiterungen aus. Achten Sie peinlich genau darauf, daß nur ein Modul eingeschaltet ist. Zwei Module, die gleichzeitig über den Bus angesprochen werden, werden sich nicht sonderlich gut vertragen. Auch wird nicht immer das stärkste Modul gewinnen, sondern in 99 Prozent aller Fälle wird der C 64 abstürzen. Trotzdem soll an dieser Stelle eine Lanze für die Erweiterungsplatinen gebrochen werden. Der Stecker am Expansion-Port ist nicht einer der kräftigsten. Durch wiederholtes Stecken von immer anderen Modulen leiert er schnell aus und es geht gar nichts mehr. Wenn Ihnen so was schon häufig passiert ist, sollten Sie die Anschaffung eines Erweiterungsmoduls überlegen. Wackeln Sie bitte nie im eingeschalteten Zustand des C 64 am eingesteckten Modul. Der Computer ist schneller zerstört, als Sie denken. Schalten Sie erst den Computer aus, nehmen Sie das Modul heraus und reiben Sie die Kontakte mit einem Radiergummi ab. Verwenden Sie kein Lösungsmittel oder versuchen Sie nicht etwa die Kontakte neu zu verzinnen. In den meisten Fällen geht das schief. Stecken Sie jetzt das Modul wieder in den C 64 und versuchen es erneut. Meistens klappt es wieder.

Brauchen Sie mehrere Programme immer wieder, so sollten Sie sich für eine große EPROM-Karte entscheiden. Auf dieser können Sie mehrere 100 Kbyte an Programmen unterbringen. Dort läßt sich auch softwaremäßig von Programm zu Programm umschalten, ohne daß Sie Ihren Rechner ausschalten müssen.

Angenommen, Sie werden vor die Wahl gestellt, einen EPROM-Brenner für den Expansion-Port oder für den User-Port zu kaufen. Bedenken Sie dabei, daß bei dem Expansion-Port-Modul die Software gleich mit auf der Karte ist, während sie bei dem anderen Modul immer von Diskette nachgeladen werden muß. Das ist der große Vorteil bei diesen Module: Die Software ist sozusagen als Hardware gleich dabei.

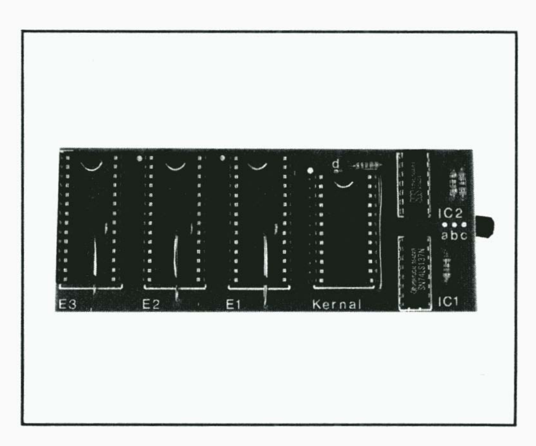


Bild 4.8: EPROM-Karte

Während alle anderen Schnittstellen des C 64 sich als Spezialisten präsentieren, zeigt sich der Expansion-Port als der Alleskönner. Im Prinzip ist er die Schnittstelle zur Außenwelt schlechthin. Was die anderen Ports können, kann er schon lange, aber er ist auch der empfindlichste von allen. Wenn Sie dort einen Fehler machen, kann es die Hardware des gesamten Computers treffen. Aber keine Angst, wenn Sie vorsichtig mit ihm umgehen, eröffnet er Ihnen ganz neue Möglichkeiten: Sie können – wie mit keinem anderen Port – direkt in den Computer eingreifen.

Hauptsächlich wird der Expansion-Port eingesetzt, um sogenannte Steckmodule einzusetzen. Diese werden vom Betriebssystem des C 64 automatisch erkannt. Dazu ist im Modul die Kennung »CBM80« abgelegt. Findet der C 64 diese Kennung beim Einschalten vor, übergibt er die Kontrolle an das Programm im Modul. Ein 8-Kbyte-Bereich wird für die Software im Modul bereitgestellt.

Der serielle Port

Für die Verbindung mit anderen Peripheriegeräten wurde dem C 64 ein spezieller Port verpaßt. Hierüber werden die Geräte in einer Art »Daisy Chain« angesprochen. »Daisy Chain« bedeutet wörtlich übersetzt Gänseblümchen-Kette. Der englische Ausdruck klingt aber wesentlich technischer, deshalb wird er in der Literatur und auch in der Umgangssprache vorgezogen.

Sie haben sich sicher schon einmal überlegt, wie man zwei Peripheriegeräte an den C 64 anschließen kann, wo er ja nur einen Ausgang besitzt. Das serielle Kabel wird einmal am C 64 eingesteckt und führt dann zum ersten Periphriegerät. Dort sind zwei Buchsen eingebaut. Das zweite Peripheriegerät wird dann über diese Buchse und ein zweites Kabel angeschlossen. Dabei ist die Reihenfolge der Stecker gleichgültig. Die beiden Buchsen sind im Inneren des Geräts ohnehin parallel geschaltet. Doch woher weiß der Computer, welches Gerät er vor sich hat?

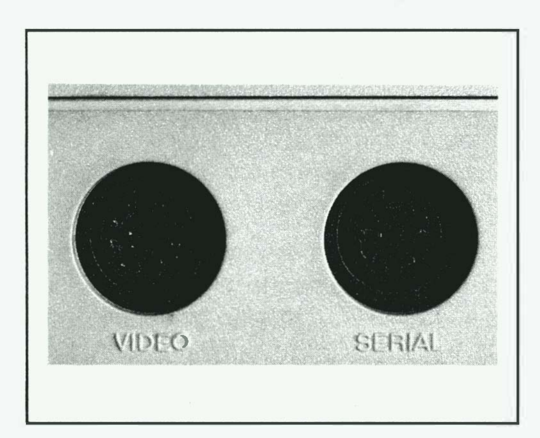


Bild 4.9: Der serielle und der Video-Port

Jedes Peripheriegerät besitzt eine Adresse. Wie der Postbote, der ein bestimmtes Haus sucht, sendet der C 64 zu Beginn einer Datenübertragung zuerst eine Kennung. Jedes Peripherigerät, das am C 64 angeschlossen werden kann, ist »intelligent«. Das bedeutet, es besitzt einen eingebauten Computer, der ständig die Leitungen des seriellen Busses abfragt, ob er was zu tun bekommt. Wird seine Kennung gesendet, so antwortet er und der C 64 weiß, daß diese Peripherie aktiv ist. Der Computer antwortet natürlich nur bei seiner Kennung und wenn er eingeschaltet ist. Der C 64 ist bei einem Peripheriegerät also immer informiert, in welchem Zustand es sich befindet.

Wenn Sie sich den Stecker einmal genauer ansehen, finden Sie nur fünf Leitungen. Da aber der C 64 mit einer Busbreite von acht Bit arbeitet, müssen diese in acht einzelne Bits zerlegt und nacheinander über die Leitungen zum Peripheriegerät gesandt werden. Diese Art der Übertragung erfordert im Prinzip nur zwei Leitungen. Die anderen Kabel dienen nur dem komfortableren Übertragungsprotokoll. Es ist leicht einzusehen, daß diese Übertragungsart Zeit erfordert. Da die Daten erst in einzelne Bits zerlegt und am Empfangsort auch wieder zusammengesetzt werden müssen, wird viel Zeit verschenkt. Gerade bei großen Datenmengen, wie bei der Übertragung zur Floppy, macht sich dieses stark bemerkbar. Ein Floppy-Speeder schafft dort Abhilfe.

Alle Ports im Überblick

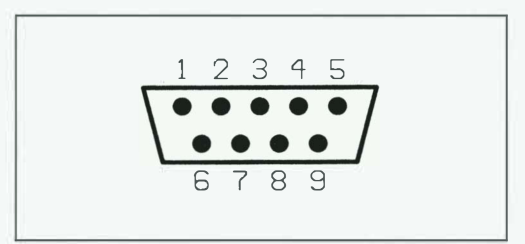


Bild 4.10: Der Joystick-Port von außen gesehen

Pin	Beschreibung	Anmerkung
1	JOY A0	
2	JOY A1	
3	JOY A2	
4	JOY A3	
5	POT AY	
6	BUTTON A/LP	
7	+ 5V	max. 50 mA
8	GND	
9	POT AX	

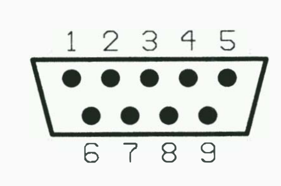


Bild 4.11: Port 2 ist analog zu Port 1 beschaltet

Pin	Beschreibung	Anmerkung
1	JOY B0	
2	JOY B1	
3	JOY B2	
4	JOY B3	
5	POT BY	
6	BUTTON B/LP	
7	+ 5V	max. 50 mA
8	GND	
9	POT BX	

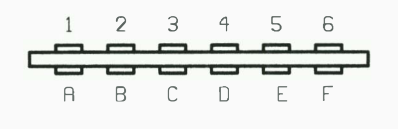


Bild 4.12: Hier findet die Datasette Anschluß

Pin	Beschreibung
A-1	GND
B-2	+ 5V
C-3	CASSETTE MOTOR
D-4	CASSETTE READ
E-5	CASSETTE WRITE
F-6	CASSETTE SENSE

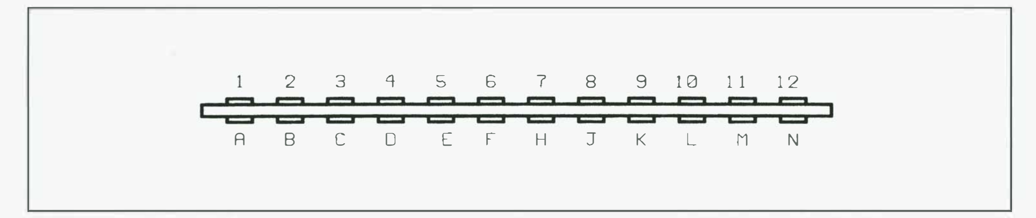


Bild 4.13: Dieser Port kann auch als Centronics-Schnittstelle mißbraucht werden

Pin	Beschreibung	Anmerkungen
Oberseite		
1	GROUND	
2	+5 V	(max. 100 mA)
3	RESET	Durch Erdung dieses Pins führt der Commodore 64 einen Kaltstart aus. Auch die Zeiger auf ein Basic-Programm werden zurückgestellt, der Speicher jedoch nicht gelöscht. Gleichzeitig wird ein RESET-Signal an die Peripherie-Geräte gegeben. Eine Bauanleitung für einen Reset-Taster finden Sie im Kapitel 21.
4	CNT 1	Zählereingang des seriellen Ports vom CIA 1 (siehe CIA 6526-Datenblatt)
5	SP 1	Serieller Port vom CIA 1 (siehe CIA 6526-Datenblatt)
6	CNT 2	Zählereingang des seriellen Ports vom CIA 2 (siehe 6526-Datenblatt)
7	SP 2	Serieller Port vom CIA 2 (siehe CIA-Datenblatt)
8	PC 2	Handshake-Leitung com CIA 2 (siehe CIA 6526-Datenblatt)
9	SERIAL ATN	Dieser Anschluß ist mit der ATN-Leitung des seriellen Busses verbunden
10	9 VAC +Phase	Direkt an den Transformator des Commodore 64 angeschlossen (max. 50 mA).

Pin	Beschreibung	Anmerkungen
11	9 VAC -Phase	
12	GND	

Pin	Beschreibung	Anmerkungen
Unterseite		
A	GND	Beim Commodore 64 ist der Port B des CIA-1-Chip frei verfügbar. Neben Ein-/Ausgabeleitungen stehen zwei Handshake-Leitungen zur Verfügung. Die Ein-/Ausgabeleitung von Port B wird über 2 Adressen gesteuert. Die eine Adresse ist der Port selbst und liegt bei 56577 ($DD01 in HEX). Auf diese Adresse können Sie die Befehle PEEK (Eingabe) und POKE (Ausgabe) anwenden. Jede der 8 Ein-/Ausgabeleitungen kann entweder als Eingabe- oder Ausgabeleitung definiert werden. Hierzu wird das Datenrichtungsregister entsprechend eingestellt.
B	FLAG 2	
C	PB 0	
D	PB 1	
E	PB 2	
F	PB 3	
H	PB 4	
J	PB 5	
K	PB 6	
L	PB 7	
M	PA 2	
N	GND	

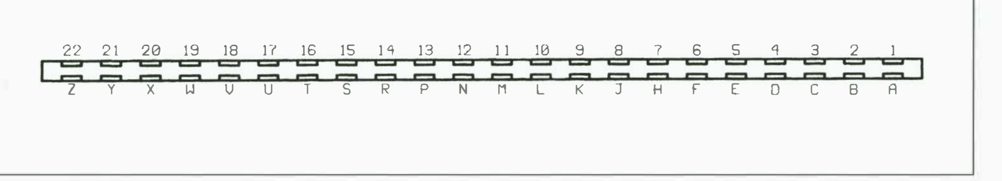


Bild 4.14: Alle wichtigen Signale des C 64 werden hier herausgeführt

Name	Pin	Bezeichnung
GND	1	Ground
+5 VDC	2	(User-Port und Steckmodule dürfen zusammen nicht mehr als 450 mA verbrauchen)
+5 VDC	3	
IRQ	4	Interrupt-Request-Leitung zum 6510 (Aktiv-Low-Pegel)
R/W	5	Lesen/Schreiben
DOT Clock	6	8,18 MHz Video-Dot-Clock
I/01	7	Ein-/Ausgabebereich 1 bei $DE00-$DFFF (Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Eingang)
GAME	8	(Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Eingang)
EXROM	9	(Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Eingang)
I/02	10	Ein-/Ausgabebereich 2 bei $DE00-$DFFF (Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Eingang)
ROML	11	Ausdecodierter 8K-RAM/ROM-Bereich bei $8000 (Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Eingang)
BA	12	Bus-Avaible Signal vom VIC-Chip 6569 (nicht gepuffert, max. 1 LS-TTL-Last)
DMA	13	Direct-Memory-Access-Request-Leitung (Aktiv-Low-Pegel LS TTL)
D 7	14	Datenbus-Bit 7
D 6	15	Datenbus-Bit 6
D 5	16	Datenbus-Bit 5
D 4	17	Datenbus-Bit 4
D 3	18	Datenbus-Bit 3
D 2	19	Datenbus-Bit 2
D 1	20	Datenbus-Bit 1
D 0	21	Datenbus-Bit 0
GND	22	Ground
GND	A	
ROMH	B	Ausdecodierter 8K-RAM/ROM-Bereich bei $E000 (Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Ausgang)
RESET	C	6510 RESET-Anschluß (Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Ausgang)
NMI	D	6510 Not Maskable Interrupt (Aktiv-Low-Pegel LS-TTL-Ausgang)
ø2	E	ø2 Systemtakt
A 15	F	Adreßbus Bit 15
A 14	H	Adreßbus Bit 14
A 13	J	Adreßbus Bit 13
A 12	K	Adreßbus Bit 12
A 11	L	Adreßbus Bit 11
A 10	M	Adreßbus Bit 10

Name	Pin	Bezeichnung
A 9	N	Adreßbus Bit 9
A 8	P	Adreßbus Bit 8
A 7	R	Adreßbus Bit 7
A 6	S	Adreßbus Bit 6
A 5	T	Adreßbus Bit 5
A 4	U	Adreßbus Bit 4
A 3	V	Adreßbus Bit 3
A 2	W	Adreßbus Bit 2
A 1	X	Adreßbus Bit 1
A 0	Y	Adreßbus Bit 0
GND	Z	Ground

Der serielle Port

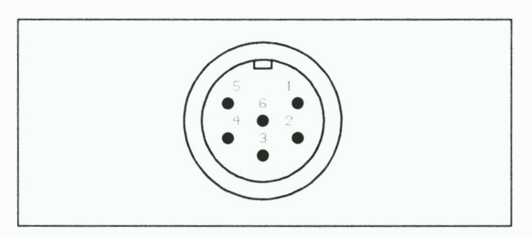


Bild 4.15: Die serielle Datenübertragung läuft über diesen Port

1	Serial SRQin
2	Gnd
3	Serial ATN in/out
4	Serial CLK in/out
5	Serial Data in/out
6	Reset

Der Video-Anschluß

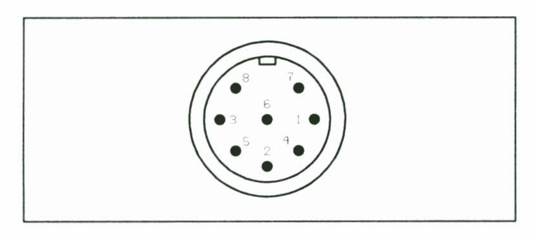


Bild 4.16: Für guten Ton und super Bild sorgt dieser Anschluß

1	Lum/Sync
2	Gnd
3	Audio out
4	Video out
5	Audio in
6	Color out
7	nc
8	nc

KAPITEL 5

Die Speicher-Bausteine im C 64

Wo läßt ein Computer die Informationen, die der Benutzer so mühevoll eingetippt hat? Wie jeder weiß, in seinem Speicher. Doch was ist das eigentlich? Um sich etwas merken zu können, muß der Rechner eine elektronische Schaltung besitzen, die zwei verschiedene Zustände behalten kann. Wie wir wissen, arbeitet der Computer mit den Informationen »Strom an« oder »Strom aus«. Das elektronische Speicherelement heißt Flip-Flop. Mit zwei Transistoren und ein paar passiven Bauelementen läßt sich ein Bit speichern.

Acht von diesen Speichern werden immer zu einem Byte zusammengefaßt. Im C 64 sind nun 65536 von diesen Modulen vorhanden. Für eine Speicherstelle werden mindestens zwei Transistoren benötigt.

Wie arbeitet ein Flip-Flop?

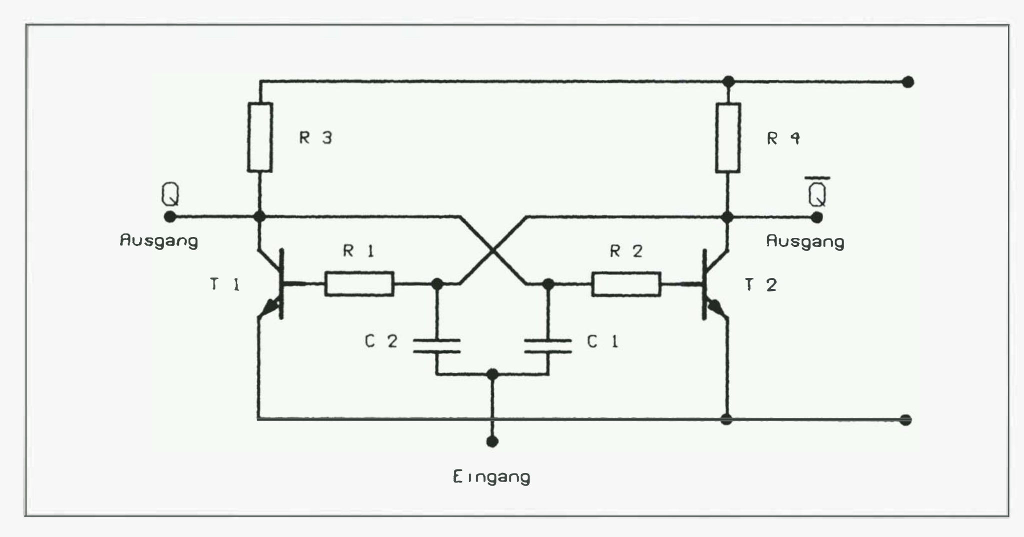


Bild 5.1: Ein elektronischer Speicher mit zwei Transistoren

Beim Anlegen der Betriebsspannung geht die Schaltung in einen Schaltzustand über, der von den individuellen Daten der einzelnen Transistoren abhängt. Auch mit den heutigen modernen Fertigungsmethoden lassen sich keine zwei identischen Transistoren herstellen. Einer wird immer etwas bessere elektrische Daten als der andere besitzen. Dieser (bessere) Transistor wird als erster schalten und dadurch seinen Gegenpart in die andere Schaltstellung zwingen. Nehmen wir einmal an, daß T1 die besseren Daten besitzt. Wird die Betriebsspannung angelegt, so leitet T1 als erster. Dadurch wird sein Kollektor auf Massepotential zu liegen kommen, die Basis von T2 ist über R1 mit dem Kollektor von T1 verbunden. Der Transistor T2 wird jetzt sperren, während T1 leitet. Also hat der Ausgang

Q die Spannung 0 Volt und der Ausgang Q, da T2 sperrt kann durch R4 kein Strom fließen, bekommt das Potential der Betriebsspannung. Dadurch bekommen wir am Ausgang eine logische 1. Kommt nun ein Impuls über die beiden Kondensatoren, so kippt dieser das Flip-Flop in die andere Stellung. Bei einem positiven Impuls am Takteingang wird T2 in den leitenden Zustand gebracht. Für T1 gilt dieser Impuls nicht, da dessen Basis ja sowieso auf High-Level liegt. Man kann nun leicht erkennen, daß diese Schaltung zwei stabile Zustände besitzt. Diese werden so lange beibehalten bis entweder der Strom abgestellt wird oder ein erneuter Impuls die Schaltung wieder kippen läßt.

Da man aber nur eine begrenzte Anzahl von Transistoren auf einem Chip integrieren konnte, war in den Anfängen der IC-Technik die Zahl der möglichen Speicherplätze in einem Schaltkreis nicht besonders groß. Es wurde über Abhilfe nachgedacht. Das abgemagerte Flip-Flop bestand nur noch aus einem Transistor und einem Kondensator. Der Kondensator speichert den Zustand des Flip-Flops. In einem IC lassen sich aber nur sehr kleine Kapazitäten integrieren, so daß die Werte der Kondensatoren nur minimal sein können. Durch die unvermeidlichen Leckströme entladen sich die Kondensatoren sehr schnell. Schaltungstechnisch bedeutet dies, daß der Speicher nur für eine, nach menschlichem Empfinden, sehr kurze Zeitspanne funktioniert. Danach muß er aufgefrischt werden, d.h. der Kondensator muß wieder aufgeladen werden. Diese Art Speicher nennt man dynamisch. Im Gegensatz zum Flip-Flop, das seinen Zustand nur bei Stromausfall oder durch einen Eingangsimpuls ändern kann, verliert die dynamische Speicherstelle ihre Information schon nach ca. 2 ms. Deshalb muß sie spätestens vor Ablauf der 2 ms wieder in den Speicher neu eingeschrieben werden. Diesen Vorgang regelt der VIC. Alle 2 ms werden sämtliche Adressen des Speichers im C 64 angesprochen. Der Fachmann nennt das »Auffrischen« (engl. Refresh) des Speichers. Den Vorteil des einfacheren Speicheraufbaus erkauft man sich mit einer komplizierteren Ansteuerung. Der Refresh-Vorgang darf keinesfalls mit einem Lese- oder Schreibbefehl der CPU zusammenfallen. Es bedeutet aber auch, daß man den Speicher nicht einfach mit einer Batterie puffern kann. In diesem Fall würden ja alle Refresh-Impulse ausfallen, die vom Rechner geliefert werden. Im C 64 und in fast allen erhältlichen Speichererweiterungen finden ausschließlich dynamische RAMs Verwendung. Das Puffern durch eine Batterie ist absolut unmöglich. Moderne Speicherchips besitzen aber so kleine Restströme, daß die Ladungen sogar über mehrere Minuten aufrechterhalten bleiben. In der Praxis bedeutet dies, daß der Speicherinhalt bei einem kurzen Stromausfall nicht verlorengeht. Alle Informationen bleiben dann erhalten. Wenn Sie also den C 64 ausschalten, um den Speicherinhalt zu löschen, müssen Sie unter Umständen ein paar Minuten warten, bis die Speicherzellen wirklich gelöscht sind. Ansonsten kann es insbesondere bei Modulen passieren, daß sich der C 64 mit der Moduleinschaltmeldung zu erkennen gibt, obwohl das Modul gar nicht mehr im Port steckt.

Wie Sie sich nach dieser Einführung leicht ausmalen können, ist das Überprüfen der Speicher-Bausteine nicht ganz einfach. Doch mit einem Logiktester oder einem Oszilloskop lassen sich schon einige Fehler entdecken. Der Speicheraufbau im C 64 ist

physikalisch folgendermaßen organisiert: Es befinden sich acht Speicher-Bausteine vom Typ 3764 – 15 auf der Platine. Es handelt sich um RAMs mit einer Kapazität von 64 Kbyte zu 1 Bit bei einer Zugriffszeit von 150 ns. Uff, was soll das heißen? Die 64 gibt die Speichergröße an, die 15 bedeutet, daß der Baustein eine Information in 150 ns speichern kann. An Pin 4 von allen RAM-Bausteinen müssen Impulse anliegen. Mit einem Logiktester können Sie sehr leicht die Impulse erkennen.

Der Logiktester besitzt eine Schaltung, die auf sehr kurze positive oder negative Impulse reagiert und diese verlangsamt, so daß man sie gut erkennen kann. Ob die rote oder die grüne LED aufleuchtet, hängt davon ab, zu welchem Zeitpunkt man die Spitze des Testers aufgesetzt hat.

Sowohl auf den Datenleitungen (Pin 14) des jeweiligen Speicher-ICs als auch auf den Adreßleitungen müssen Impulse zu messen sein. Mit einem Oszilloskop oder einem Logiktester lassen sich diese Impulse leicht nachweisen. Bleibt jedoch beim Überprüfen eine Daten- oder Adreßleitung ständig auf »Low« oder »High«, ist das äußerst verdächtig. Das muß nun aber nicht bedeuten, daß das entsprechende RAM defekt ist. Da alle Daten- und Adreßleitungen aber im C 64 parallel geschaltet sind, kommt so ziemlich jeder Baustein als defekt in Frage.

Doch diese Speicher-Bausteine sind nicht die einzigen im C 64. Das Betriebssystem muß ja auch irgendwo in der Speicherlandschaft des Rechners untergebracht sein. Die CPU im C 64 kann nur 64 Kbyte direkt ansprechen, deshalb muß das Betriebssystem (Kernel) parallel zum RAM untergebracht sein. Auch der Basic-Interpreter befindet sich parallel zum RAM. Diese Speicher-Bausteine sind vollkommen anders aufgebaut. Es handelt sich um ROMs (engl. Read Only Memories). In diesen ist eine Abfolge von Befehlen (ein Programm) fest gespeichert. Auch bei Abschalten der Versorgungsspannung ist das Programm noch vorhanden. Das muß auch so sein, damit der C 64 beim Einschalten sofort weiß, was er zu tun hat (z.B. die Tastatur abzufragen und auf eine Eingabe zu warten). Falls das Kernel defekt ist, wird der Rechner nach dem Einschalten nicht wissen, was er machen soll. Er wird entweder gar nichts von sich geben oder aber unsinnige Zeichen auf dem Bildschirm ausgeben und auf jegliche Eingabe nichts tun oder abstürzen. Der C 64 besitzt drei Festwertspeicher: Im einen ist das Betriebssystem untergebracht (Kernel), im zweiten der Zeichensatz und im dritten der Basic-Interpreter. Mit entsprechenden Programmen und einem EPROMer (Programmiergerät für Festspeicher) läßt sich nun z.B. der Zeichensatz abwandeln, in ein EPROM (engl. Erasable programmable read-only memory) brennen und schon hat man neue Zeichen auf dem Bildschirm. Dabei ist zu beachten, daß man einen Adaptersockel für das EPROM braucht. Die Roms sind nicht Pin-kompatibel zu den EPROMs, d.h. das Anschlußbild der ICs stimmt bei gleicher Speicherkapazität nicht überein. Auf die gleiche Weise läßt sich natürlich auch das Betriebssystem ändern. Viele Floppy-Speeder machen Gebrauch davon. Sie fügen Routinen dazu. Man kann leicht einsehen, daß der C 64 dadurch nicht mehr kompatibel zu sich selbst ist. Die Firmen, die Floppy-Speeder verkaufen, geben

immer eine Kompatibilität von mehr als 99 Prozent an. Aber nicht alle Programme laufen mit den Beschleunigern. Deshalb sollten Sie darauf achten, daß Sie den Speeder auch abschalten und wieder auf das Original-Betriebssystem zurückgreifen können. Sonst kann es passieren, daß sich Ihr Lieblingsprogramm nicht mehr laden läßt. Bei defektem Kernel kann es auch helfen, wenn man den Baustein ausliest, in ein EPROM brennt und das EPROM dann anstelle des Kernel einsetzt. In einigen Fällen klappt diese Reparatur, die eigentlich keine ist, hervorragend. Der C 64 funktioniert wieder wie am ersten Tag.

Für die Farbbildwiedergabe braucht der C 64 einen weiteren Speicher-Baustein. In diesem Fall ist das ein statischer Speicher vom Typ 2114. Er hat leider die unangenehme Eigenschaft, öfters kaputtzugehen. Die Fehlerursache äußert sich folgendermaßen: Die Farben auf dem Monitor wechseln von Buchstabe zu Buchstabe, die Einschaltmeldung des C 64 erscheint ungewohnt bunt. Auch dieses IC ist leider fest eingelötet. Es empfiehlt sich, beim Ersatz eine Fassung gleich mit einzulöten.

Der Logiktester eignet sich, wie Sie sicher schon gemerkt haben werden, nur zum Aufspüren von Impulsen und zum Anzeigen der digitalen Pegel. Im Aufspüren von Impulsen ist er aber jedem Oszilloskop unter 2000 Mark überlegen. Bedenken Sie aber, daß jedes Meßgerät nur so gut ist wie sein Benutzer. Mit einer billigen Meßanordnung, die gut durchdacht ist, kann ein fähiger Elektroniker mehr Fehler finden als ein Anfänger mit einem mehrere tausend Mark teuren Meßaufbau. Es kommt nicht auf das Meßgerät an, sondern auf den Kopf dahinter, der es bedient. Die Schwierigkeit besteht hauptsächlich darin, die Anzeigen, die das Meßgerät liefert, richtig zu interpretieren.

Als wesentlich schlimmer kann man die Fehler einstufen, bei denen der C 64 nach dem Einschalten zwar arbeitet, aber nach einer gewissen Zeit aussteigt. Das bedeutet, daß ein Baustein einen thermischen Fehler aufweist. Solche Chips sind nur äußerst schwer ausfindig zu machen, da der Fehler nicht immer auftritt, sondern erst nach einer gewissen Betriebszeit des Rechners. Der Praktiker behilft sich dann damit, daß er die verdächtigen ICs mit Kältespray behandelt. Arbeitet der Rechner jetzt wieder normal, so ist der Rest ein Kinderspiel. Diese Methode hat allerdings den Nachteil, daß jemand die ganze Zeit vor dem »Brotkasten« sitzen und aufpassen muß, wann der Fehler auftritt.

Speicheraufteilung im C 64 (1)

Bit	IC
0	U 21
1	U 9
2	U 22
3	U 10
4	U 23
5	U 11
6	U 24
7	U 12

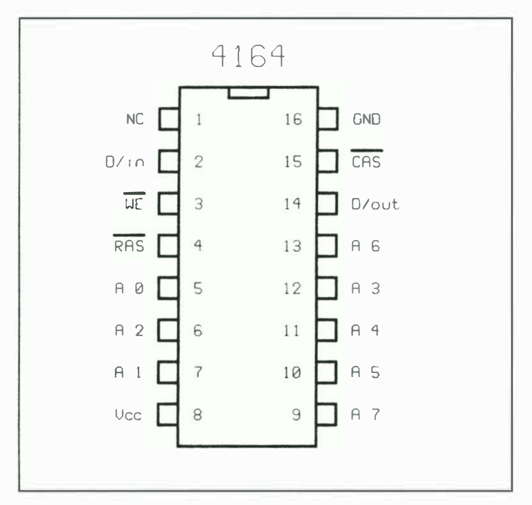


Bild 5.2: Jeweils ein Bit bei einer Speichertiefe von 64 Kbit speichert der 4164

Speicheraufteilung im C 64 (2)

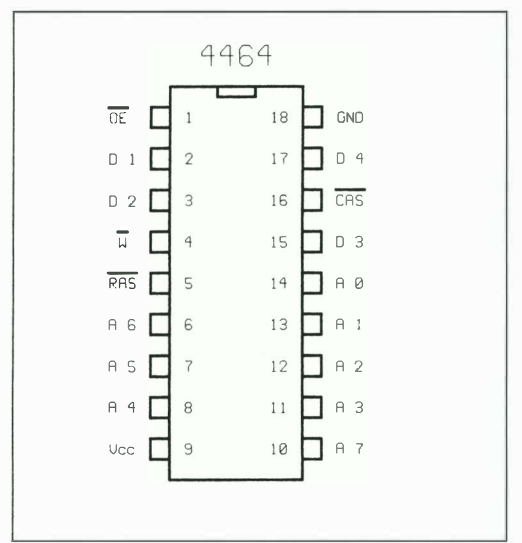


Bild 5.3: Der 4464 beinhaltet bei gleicher Speichertiefe bereits 4 Bit

Bit	IC
0 – 3	U 10
4 – 7	U 11

KAPITEL 6

Das Fernsehstudio

Das Fernsehstudio im C 64

Das wichtigste Ausgabegerät des Computers ist der Bildschirm. Ohne ihn könnte man nicht mit dem Rechner kommunizieren. Was aber nun, wenn dieser ausfällt? Dabei müssen wir zwischen zwei Ursachen unterscheiden: Die Fehlerquelle kann einmal im Computer und zum anderen im Monitor oder Fernseher liegen.

Bevor wir uns an die Fehlerbeseitigung machen, analysieren wir erst einmal den Fehler. Was macht der Fernseher oder Monitor? Tritt der Fehler sofort nach dem Einschalten auf oder erst nach längerem Betrieb?

Haben Sie überhaupt kein Bild, kann dies vielfältige Ursachen haben. Die einfachste Fehlerursache wird meist nicht sofort erkannt. Bekommt der Monitor überhaupt Strom? Leuchtet die Betriebsspannungsanzeige? Vielleicht hat die gute Ehefrau gerade diese Steckdose für den Staubsauger benutzt. Ohne Strom geht natürlich gar nichts. Ist das Videokabel richtig an beiden Geräten eingesteckt? Ein Monitor bleibt dunkel, wenn er kein Eingangssignal bekommt. Auf einem Fernseher erscheint ein dunkelgraues Bild mit viel Schnee. Haben Sie einen Fernseher angeschlossen und es erscheint nicht die typische Einschaltmeldung des C 64, kann bei intaktem Kabel auch ein Fehler im C 64 vorliegen. In den älteren Versionen des C 64 braucht der Modulator noch eine Betriebsspannung von ca. 12 Volt. Diese wird aus der 9-Volt-Wechselspannung vom Netzteil gewonnen. Commodore hat es nicht versäumt, auch diese Spannung abzusichern. Diese Sicherung sitzt im C 64. Das Vorhandensein dieser Spannung wird aber nicht durch eine LED angezeigt. Die an der Frontplatte des C 64 befindliche LED zeigt nur an, daß die 5 Volt vorhanden sind. Der C 64 kann zwar prima ohne den Modulator arbeiten, aber er kann sich ohne Sichtgerät dem Benutzer nicht mitteilen. Um an die Sicherung heranzukommen, müssen Sie den C 64 aufschrauben. Um sie auszutauschen sehen Sie bitte im Kapitel 8 nach.

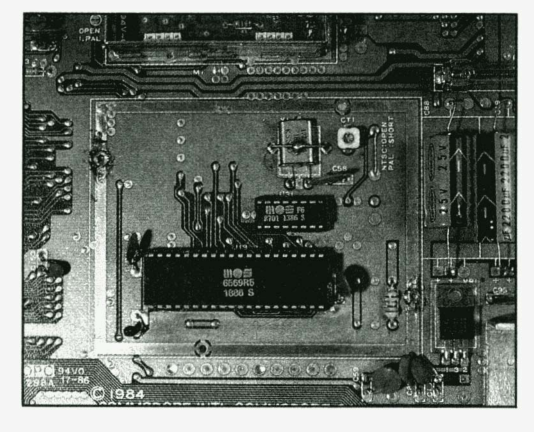


Bild 6.1: Die nähere Umgebung des Videochips

Schwieriger zu lokalisieren sind Fehler, die erst nach einer gewissen Betriebsdauer auftreten. Nehmen wir einmal an, daß nach mehrstündigem Gebrauch merkwürdige Zeichen auf dem Monitor auftauchen. Tritt dieser Fehler nur nach stundenlangem Betrieb auf, so wird es mit Sicherheit dem Videochip zu warm. Er braucht dringend eine Abkühlung. Da er sehr schnell arbeiten muß, wird ihm natürlich heiß. Die Verlustleistung steigt extrem mit der Geschwindigkeit an, deshalb besitzt der C 64 Aussparungen in der Abschirmplatte, die auf den Chip drücken. Auf dem IC ist noch meist eine weiße Paste aufgetragen, die sehr schwer von den Händen zu entfernen ist. Wischen Sie diese nicht weg. Es handelt sich um Wärmeleitpaste, die die Übertragung der Verlustwärme zwischen IC und Kühlkörper verbessern soll. In einigen C 64 fehlt dies Abschirmplatte. Die Störstrahlung des C 64 ist inzwischen aufgrund verbesserter ICs so gering geworden, daß die Post nicht mehr auf einer Abschirmung besteht. Deshalb hat Commodore die Spar-Idee auch gleich aufgegriffen und die Abschirmung einfach weggelassen. Da sich der VIC aber nicht geändert hat, kann ihm nach mehrstündiger Arbeit etwas warm um seinen Chip werden. Die Elektronen wollen dann auch nicht mehr so wie sie sollen und das Bild wird jetzt schlechter. Doch wie soll man dem abhelfen? Dazu muß der C 64 aufgeschraubt werden. Entfernen Sie alle Anschlüsse zum Computer und schrauben SIe ihn auf. Setzen Sie ihn nun ohne Schrauben wieder zusammen und betreiben ihn eine Weile. Fängt das Bild an sich zu verändern, heben Sie das Oberteil des Rechners ab und kühlen den Videochip vorsichtig mit einem feuchten Tuch (feucht, nicht klitschnaß!), ohne dabei an die Anschlüsse zu kommen. Normalisiert sich das Bild wieder, haben Sie schon den Fehler entdeckt. Kaufen Sie sich im Fachhandel einen IC-Kühlkörper und kleben Sie ihn mit Sekundenkleber auf den Videochip. Wenn Sie den C 64 nicht bewegen müssen, ist es besser, Wärmeleitpaste zu verwenden. Diese klebt aber nicht richtig. Deshalb kann sie beim Senkrechtstellen des Computers den Kühlkörper nicht an Ort und Stelle halten. Er wird langsam herunterrutschen und liegt dann frei im Gehäuse. Dort kann er Kurzschlüsse verursachen. Diese Paste leitet aber die Verlustwärme wesentlich besser ab. Der Chip wird merklich kühler. Sie ist dann vorzuziehen, wenn der C 64 nicht bewegt wird. So kann er unbeschadet seine Verlustwärme abstrahlen und Sie mit einem Superbild verwöhnen. Ein weiteres Manko am C 64 sind die IC-Fassungen. Es kann vorkommen, daß ein schlechtes Bild nur durch schlechte Kontakte der Fassung verursacht wird. Testen können Sie dieses, indem Sie vorsichtig auf den Videochip drücken und dabei den Bildschirm beobachten. Verändert sich das Bild, so muß die Fassung ausgetauscht werden. Dazu entfernen Sie den Videochip, löten die alte Fassung aus, ersetzen sie durch eine Präzisionsfassung und setzen den Chip wieder ein. Berühren Sie dabei möglichst nicht die Beinchen des IC.

Der C 64 kann ja 16 Farben darstellen. Doch woher weiß der VIC, welches Zeichen welche Farbe haben soll. Dafür befindet sich ein eigener Speicher-Baustein, der nichts mit dem 64-Kbyte-Speicher des C 64 zu tun hat, im Computer. Auf diesen Baustein kann nur der VIC zugreifen. Vom Mikroprozessor bekommt er die Farben mitgeteilt. Deren Werte legt er in diesem RAM ab. Falls dieser Baustein einen Defekt aufweist, kann der VIC nicht mehr

auf ihn zugreifen und alle Zeichen nehmen willkürliche Farben an. Der Bildschirm sieht dann merkwürdig bunt aus. Auf einem Schwarzweiß-Fernseher oder einem Monochrom-Monitor erscheinen nun die Zeichen in unterschiedlicher Helligkeit, was deren Lesbarkeit nicht gerade erhöht. Auch hier hilft nur ein Komplettaustausch des betreffenden IC.

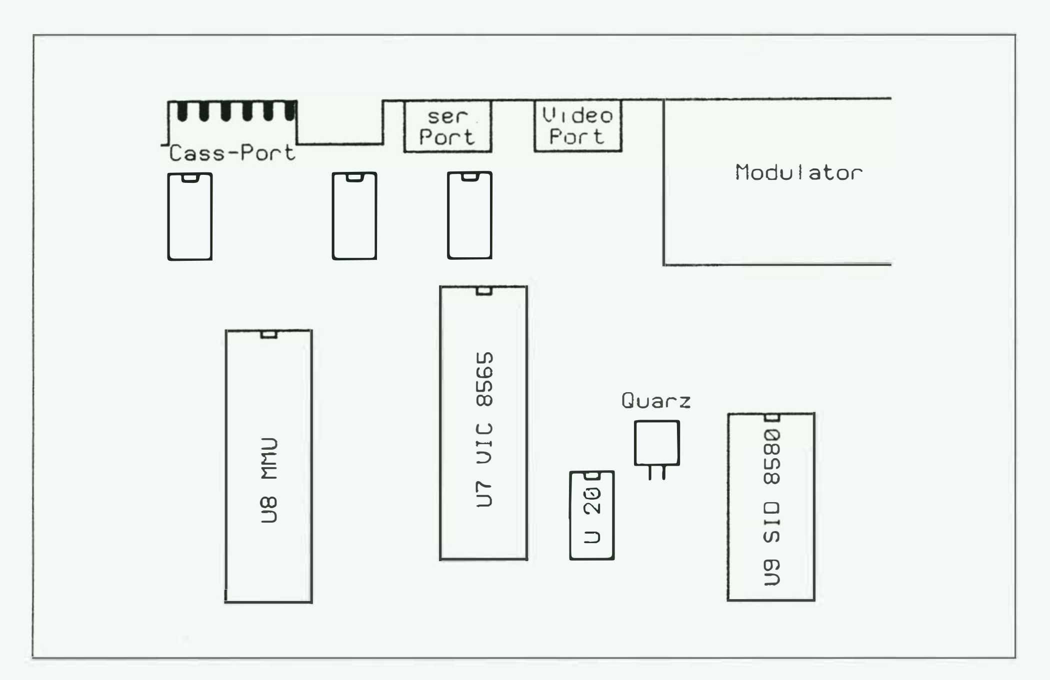


Bild 6.2: Hier suchen Sie den Farbspeicher vergeblich

In den neuesten Versionen hat Commodore auch diesen Baustein eingespart. Sie werden ihn auf der Platine vergeblich suchen. Aber der Computer braucht ihn unbedingt, um seine Farbenvielfalt darstellen zu können. Dieser IC befindet sich jetzt im großen Baustein auf der Platine. Der Multifunktions-IC beherbergt in seinem Inneren eine Menge an Bausteinen, die vorher noch in Einzel-Gehäusen auf der Platine verstreut zu finden waren. Gerade die Zusammenfassung von vielen einzelnen Funktionen auf einem Chip ließen den Preis des C 64 sehr schnell sinken. Für die Reparatur ist es allerdings nicht so erfreulich. Der Baustein besitzt neben seinem deutlich höheren Preis auch den Nachteil seiner vielen Anschlüsse. Um die vielen Beinchen an einem Gehäuse unterbringen zu können, mußte der Hersteller die einzelnen Pins dünner machen und enger zusammenlegen. Sie haben jetzt einen genormten Abstand von 1,27 Millimetern. Falls Sie diesen IC selbst auslöten wollen, sollten Sie bereits über eine ausreichende Erfahrung im Löten verfügen. Anderenfalls können Sie bei der Reparatur mehr beschädigen als ein Austausch in einer Fachwerkstatt kosten dürfte. Sehen Sie dazu im Kapitel 20 (Austausch von ICs) nach.

Um weitere Fehler des Videochips lokalisieren zu können, brauchen Sie ein paar Meßgeräte, zumindest aber einen Logiktester. Dazu sehen wir uns erst einmal die Arbeitsweise des VIC an. Damit ein Computer überhaupt arbeiten kann, benötigt er ein stabiles Taktsignal. Dieses steuert alle Abläufe im Computer und synchronisiert die einzelnen Bausteine untereinander. Wenn Sie auf die Platine schauen, werden Sie bei den älteren Versionen des C 64 nichts finden, was auch nur irgendwie nach einer Takterzeugung aussieht. Auf den neueren Platinen finden Sie direkt neben dem VIC in der Mitte der Platine einen kleinen Baustein und einen Quarz. In den älteren Versionen ist diese Schaltung neben dem VIC unter einer Abschirmhaube untergebracht. Der Quarz schwingt mit einer Frequenz von 17,734472 MHz (Pal-Version). Der Baustein, der den Quarz zum Schwingen bringt, ist ein 8701. Er beinhaltet einen kompletten Oszillator. Mit einem Trimm-Kondensator läßt sich die Frequenz des Quarzes genau auf den geforderten Wert einstellen. Diese Frequenz wird über Pin 22 auf den VIC gegeben. Er synchronisiert damit seine internen Abläufe und gibt sie als ø 0 wieder an Pin 17 aus. Da die zuvor in den VIC gegebene DOT-Clock eine Frequenz von ca. 7,85 MHz besitzt und sie intern in diesem Baustein noch mal durch acht geteilt wird, ergibt sich ein Systemtakt von 985 kHz. Mit diesem Systemtakt synchronisiert der C 64 alle Bausteine.

Der VIC selbst ist ein sehr komplexer Baustein. Er stellt nicht nur die zum Betrieb eines Monitors oder Fernsehers erforderlichen Signale zur Verfügung, sondern bedient auch den Refresh der dynamischen RAMs. Um bei so vielen Funktionen mit einem nur 40poligen Gehäuse auszukommen, hat der Hersteller in die Trickkiste gegriffen und einige Beinchen doppelt belegt. Die ausgegebenen Signale werden gemultiplext. Das bedeutet, daß der Chip immer auf einem anderen Pin angibt, welche Signale jetzt gültig sind. Mit einem speziellen Baustein werden nun die richtigen Signale zu dem angesprochenen IC weitergegeben. Das Verfahren mutet zwar etwas umständlich an, aber es ist in der Computertechnik Standard. Die Pins 24 bis 29 stellen die Adreß-Pins für das Video-RAM dar. Dabei sind, wie eben besprochen, diese Pins doppelt belegt. Zuerst wird der untere Teil der Adresse ausgegeben, also von 0 bis 5, die Adressen 6 und 7 sind nicht gemultiplext. Dann wird nach kurzer Zeit umgeschaltet und jetzt erscheint die höherwertigere Adresse an diesen Pins.

Farbe kann er auch

Um die 16 möglichen Farben darstellen zu können, muß die Farbinformation für jedes Zeichen auch noch irgendwo untergebracht sein. Für 16 verschiedene Zustände sind 4 Bit nötig. Dazu besitzt der C 64 einen eigenen Farbspeicher. Dieser ist dem VIC direkt zugänglich. Der Speicher besitzt insgesamt 4096 einzelne Stellen. Die Farbinformation muß jetzt allerdings gleichzeitig mit dem gewünschten Zeichen abgerufen werden können. Doch dazu ist ein zweiter Adreßbus notwendig, der unabhängig vom gemultiplexten angesprochen werden kann. Hierfür sind die Pins 23 und 32 bis 34

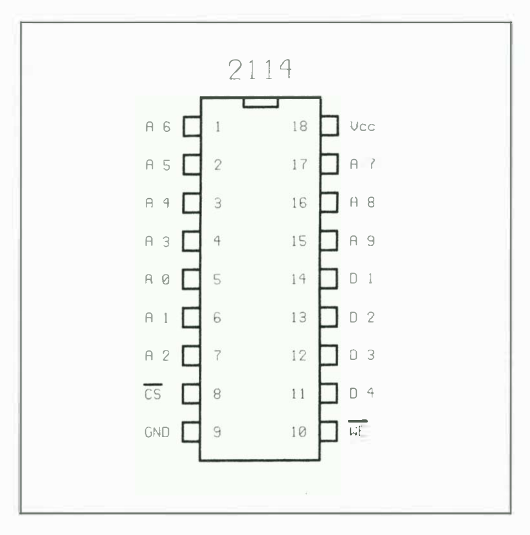


Bild 6.3: Der Farbspeicher besteht aus einem statischen Speicher

zuständig. Jetzt kann der VIC gleichzeitig zu den Bildschirmspeicheradressen $0400 bis $07FF die entsprechenden Farbspeicherzellen im Bereich $D800 bis $DBFF ansprechen.

Fällt der Farbspeicher aus, findet der VIC natürlich willkürliche Informationen an dieser Stelle und nun erscheint jedes Zeichen in einer anderen Farbe. Sehen Sie dazu bitte im fünften Kapitel über die Speicher-Bausteine nach.

In den neuesten Versionen des C 64 werden Sie vergeblich nach dem Farb-RAM suchen. Dieses ist nun im großen 64poligen Multifunktions-Chip untergebracht.

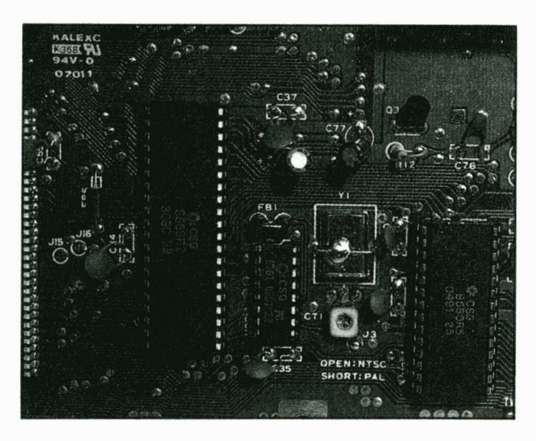


Bild 6.4: Der Videochip und seine Peripherie

In der Platinenzeichnung sehen Sie den Videochip und seine nähere Umgebung. Ein funktionierender Chip liefert diese Spannungsverläufe an den bezeichneten Anschlüssen.

Mit einem Logiktester läßt sich nur feststellen, ob an dem entsprechenden Pin ein Puls anliegt. Das hilft uns weiter: Fehlt irgendwo so ein Puls, dann ist der Videochip wahrscheinlich defekt und muß ausgetauscht werden.

Natürlich kann ein schlechtes Bild auch vom Monitor herrühren. Um diese Fehlerquelle auszuschalten, sollten Sie das Testlisting auf der beiliegenden Diskette verwenden. Nach Start des Programms sehen Sie ein Menü auf dem Bildschirm. Mit diesem können Sie alle für den Service nötigen Funktionen anwählen. Stimmt das Testbild nicht, so liegt mit ziemlicher Sicherheit der Fehler nicht am Computer, sondern am Monitor bzw. Fernseher. Diesen sollten Sie unbedingt zu einer Fachwerkstatt bringen und nicht versuchen, ihn selbst zu reparieren. Im Fernseher bzw. Monitor wird die Bildröhre mit sehr hohen Spannungen (ca. 10 000 bis 30 000 Volt) betrieben, die bei unsachgemäßem Umgang für Sie ziemlich unangenehm werden könnten. Es besteht Lebensgefahr! Also lassen Sie von diesen Geräten am besten die Finger weg.

Der Modulator

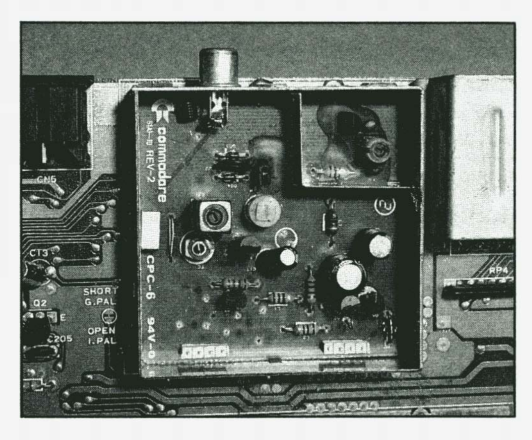


Bild 6.5: Der geöffnete Fernsehsender

Der VIC liefert nun alle Signale, die ein Fernseher braucht, um ein anständiges Bild zu liefern. Aber wie kommen diese Signale zum Fernseher. Besitzen Sie einen Computermonitor, können Sie diesen Abschnitt überspringen. Alle Signale des VIC gelangen über den Modulator auf die Ausgangsbuchse, werden im Fernseher wieder getrennt und ergeben dann das endgültige Bild. Im Modulator werden diese Signale gemischt und auf einen HF-Träger gebracht. Der Modulator stellt eigentlich einen kompletten Fernsehsender sehr geringer Leistung dar. Der Fernseher wird nun auf die Frequenz dieses Senders eingestellt und gibt dann das Bild auf dem Bildschirm aus. Leider ist nun der Sender im Modulator auf eine Frequenz eingestellt, die auch von vielen Peripheriegeräten benutzt wird. Sind nun mehrere Geräte dieser Art an den Fernseher angeschlossen, können sie sich untereinander auch im ausgeschalteten Zustand beeinflussen. Abhilfe ist nur durch Verstellen eines Modulators möglich.

Der Testbildgenerator

Um einen Fernseher oder Monitor auf Herz und Nieren (sprich auf Transistor und IC) überprüfen zu können, ist ein Testbildgenerator unerläßlich. Leider sind solche Geräte entsprechender Qualität für den Hobby-Elektroniker unerschwinglich, außer er besitzt einen C 64 und das kleine Testbildprogramm. Ist der C 64 in Ordnung, stellt er ein komplettes Fernsehstudio zur Verfügung, das sich leicht per Software in einen Super-Testbild-Generator verwandeln läßt. Dieser Generator liefert Funktionen, die sich hardwaremäßig nur äußerst schwierig realisieren lassen würden. Es wäre ein TTL-Grab nötig. Dieses Programm nutzt die Möglichkeiten des VIC im C 64 fast vollständig aus.

Es ist in Maschinensprache geschrieben und somit im Bildaufbau sehr schnell. Der wichtigste Vorteil ist aber, daß solche Testteile wie z.B. Linienmuster, Farbbalken oder Gitterraster bildschirmfüllend dargestellt werden. Dadurch kann die Bildqualität bis in die Ecken geprüft werden, wo Konvergenz und Schärfe meist am schnellsten nachlassen. Dem Farbtestbild wurden Zentrierungspfeile hinzugefügt, um die Einstellung der Bildlage zu vereinfachen. Weiterhin enthält es eine jederzeit zu stellende, genau gehende Uhr und die Möglichkeit, die Textzeile zu ändern. Außerdem wurden zusätzliche Programmteile eingebaut (Weißbild, Linienraster, Schachbrettmuster).

Nachfolgend eine kurze Übersicht der einzelnen Menüpunkte:

Menü	Bezeichnung	Anwendungspunkt
←	Grundfarbe weiß	Weiß-Abgleich
1	Grundfarbe rot	1. RGB-Endstufen, Farb-Decoder prüfen 2. Farbreinheit der Bildröhre prüfen 3. Videoköpfe und -bänder prüfen
2	Grundfarbe grün	wie Menüpunkt 1
3	Grundfarbe blau	wie Menüpunkt 1
4	Linienmuster	horizontale Konvergenz einstellen
5	Kreis/Gitter	Konvergenz und Linearität einstellen
6	Schachbrettmuster	Linearität prüfen
7	Farbbalken	Farbeinstellung prüfen
8	Multiburst	Auflösungsgrenzen von Monitoren und Videogeräten prüfen, Bildschärfe einstellen
9	2T-Impuls	Laufzeiten und Reflexionen auf dem Übertragungsweg messen
0	50-Hz-Sprung	Prüfen von Klemmschaltungen
+	Testbild	Demonstrationsbild, allgemeine Qualitätsprüfung
T	Texteingabe	Ändern der Textzeile im Testbild
Z	Zeiteingabe	Stellen der Uhr im Testbild

Menü	Bezeichnung	Anwendungspunkt
F1	Pegelton	1 kHz; allgemeiner Meßton
F3	Zweitonkennung	274 Hz; Abgleich und Prüfung von TV-Stereo-Decodern
F5	Stereokennung	117 Hz; wie Menüpunkt F3

Sonstige Funktionen

CRSR [↑]	Lautstärke der Pegeltöne erhöhen
CRSR [links]	Lautstärke vermindern
Space-Taste	Menüaufruf
Control/Restore	Programmende (Restart mit SYS 13824)

Beim erstmaligen Aufruf des Farbtestbilds befindet man sich immer im Modus *Uhrzeit stellen*. Fehleingaben können mit der INS/DEL-Taste beseitigt werden. Die Tastaturbelegung wurde leicht geändert, so entfallen z.B. die Grafikzeichen. Das Programm ist gepackt, es dauert einige Sekunden, bis es startet. Mit diesen Funktionen läßt sich jeder Fernseher oder Monitor auf optimale Wiedergabequalität einstellen. Aber auch bei der Fehlersuche erweist sich dieses Programm als überaus nützlich. Einige zusätzliche Features runden den Testbildgenerator noch ab. Bei einem Dauertest läßt sich über die im Testbild integrierte Uhr leicht die Zeit feststellen, die das zu testende Gerät nun schon fehlerfrei arbeitet. Aber auch umgekehrt – bei funktionierendem Monitor – lassen sich mit diesem Programm die Funktionen des SID, der CIA und des HF-Modulators im C 64 überprüfen.

KAPITEL 7

Das Tonstudio

Der Ton macht die Musik

Es gibt doch nichts langweiligeres als ein tolles Computerspiel ohne den richtigen Sound dazu. Der Baustein, der dafür verantwortlich ist, beinhaltet einen kompletten Synthesizer. Vor ein paar Jahren hätten die Halbleiter für die gleichen Funktionen noch eine ganze Platine von der Größe des C 64 gefüllt. Leider ist der SID (Sound Interface Device) – bei all seiner Virtuosität – ein ziemlich empfindlicher Bursche. Er mag es gar nicht, wenn er über die häusliche Stereoanlage, an die der C 64 vielleicht angeschlossen ist, Spannung bekommt. Die maximale Spannung, die über den Audio-Eingang hereinkommen darf, beträgt 3 Vss. Vss bedeutet, daß die Spannung von Spitze zu Spitze gemessen wird. Dies entspricht einer effektiven Wechselspannung von ungefähr einem Volt. Wenn man diese Spannung mit einem normalen Multimeter mißt, darf es nicht mehr als 1 Volt anzeigen.

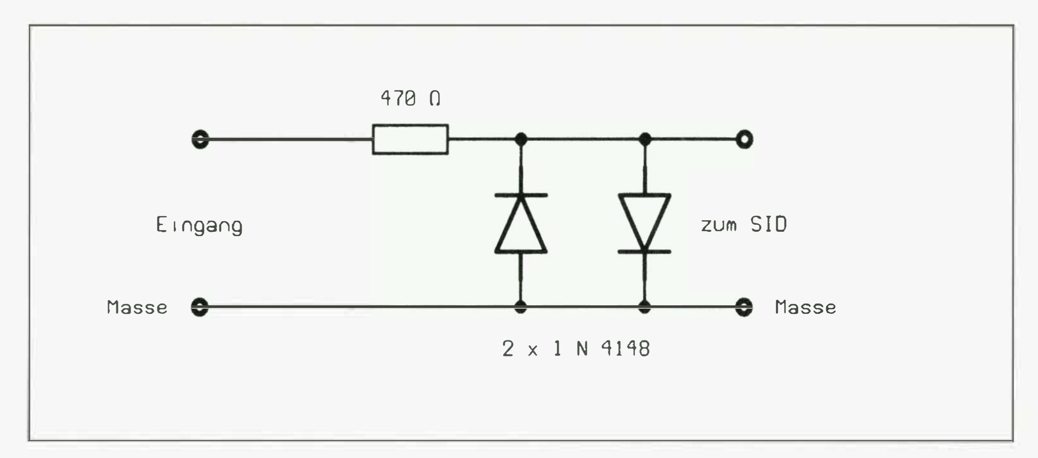


Bild 7.1: Sicherer Schutz für den SID

Um den Eingang zu schützen, kann man die kleine Schaltung vor den Audio-Eingang setzen. Der SID ist nun sicher geschützt, wenn nicht gerade 220 Volt auf den Eingang gegeben werden. Die beiden antiparallel geschalteten Silizium-Dioden begrenzen das Signal auf – für den SID – ungefährliche 1,4 Volt Vss.

Den Ausfall des SID wird man in der Regel erst dann bemerken, wenn der Sound bei einem Spiel plötzlich leise geworden ist. Als einziges Bauteil, das außer dem SPD noch defekt sein könnte, kommt der Transistor Q2 in Betracht. Es ist zwar ein japanischer Typ mit der Bezeichnung 2 SB 1815, aber Sie können ihn ohne weiteres durch einen BC 547 ersetzen. Wenn diese Maßnahme nichts hilft, bleibt einem nichts anderes übrig, als einen neuen SID zu kaufen. Dieser Transistor bedient den Ausgang »Audio out«. Er wird in Kollektorschaltung betrieben, somit trägt er nicht zur Spannungsverstärkung bei. Das Signal am Ausgang ist deshalb genauso groß wie am Ausgang des SID. Die Amplitude

beträgt bei voller Lautstärke etwa 2 Vss. Durch den Transistor findet aber eine Stromverstärkung statt, so daß der Ausgang direkt einen kleinen Lautsprecher treiben kann. Da es aber nur ein Minimalverstärker ist, wird sich die Lautstärke in Grenzen halten. Besser ist es, diesen Ausgang direkt mit einem richtigen Verstärker zu betreiben. Die häusliche Stereoanlage läßt den SID erst zu seiner Höchstform auflaufen. Mit einem Stecker und einem Stückchen Kabel ist der Anschluß in kurzer Zeit fertiggestellt.

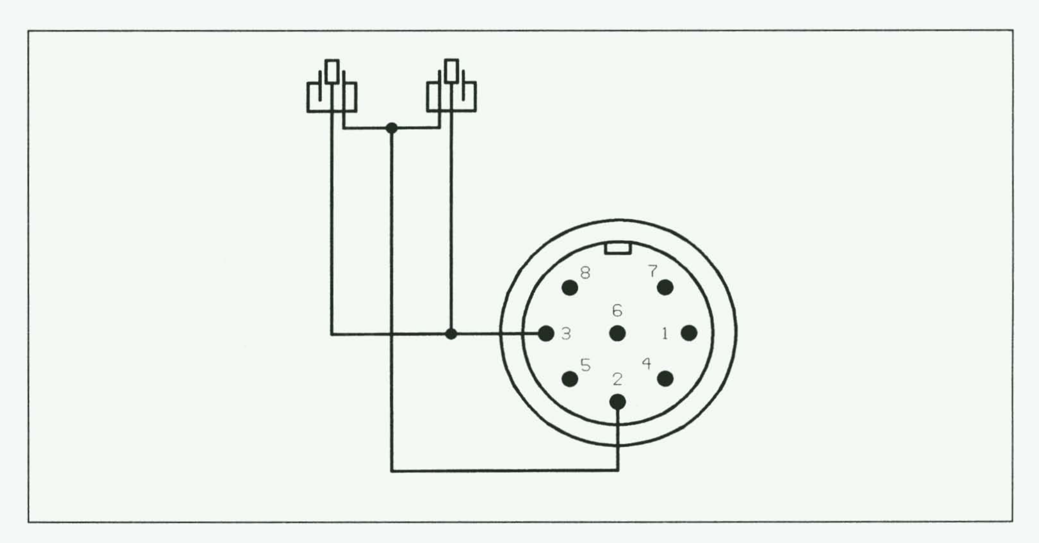


Bild 7.2: Für den richtigen Sound sorgt diese Schaltung

Der Synthesizer

Vor einigen Jahren noch hätte die Elektronik, die nötig gewesen wäre, um solch eine Vielzahl an Klängen zu produzieren, eine Platine in der Größe des gesamten C 64 mit Leichtigkeit gefüllt. Die moderne Technik macht es möglich, all diese Funktionen nun auf einem einzigen Chip unterzubringen. Da sich Kondensatoren mit den für die Frequenzsynthese erforderlichen Kapazitäten nicht mehr integrieren lassen, müssen diese von außen am Chip angebracht werden. Gerade für die Filter im SID sind vier Kondensatoren zuständig. Diese Filter wirken für elektrische Schwingungen, und nichts anderes sind die Töne ja, die der SID produziert. Genau wie der Kaffeefilter auf den Kaffee: Er hält den Kaffeesatz zurück, während der fertige Kaffee ungehindert passieren kann. Im SID werden mit Hilfe dieser Kondensatoren bestimmte Frequenzen zurückgehalten, während andere ungehindert durchgelassen werden.

Commodore hat in einigen C 64 die Filter-Kondensatoren am SID geändert. Wundern Sie sich also nicht, wenn ein Spiel auf einem anderen C 64 einen ganz anderen Sound hat.

Die ursprünglichen Werte der Kondensatoren betrugen für C 11 und C 10 jeweils 470 pF. Um zu experimentieren, können Sie diese Werte verändern. Beachten Sie aber, daß beide Kondensatoren den gleichen Wert aufweisen. Nach der Formel »Fcmax = 0,00026/C« läßt sich die obere Grenzfrequenz berechnen.

Unser Testprogramm für den Monitor überprüft auch den SID. Mit den Funktionstasten lassen sich drei verschieden hohe Töne abrufen.

Wußten Sie eigentlich, daß die Paddles (Drehregler) vom SID abgefragt werden? Bei manchen Spielen, so z.B. Arkanoid, kann man sie verwenden. Um einen Drehregler abzufragen, ist ein Analog-Digital-Wandler nötig. Im SID sind zwei davon integriert. Leider sind die A/D-Wandler nicht besonders genau, so daß sie für exakte Spannungsmessungen nicht in Frage kommen. Sie funktionieren folgendermaßen: Ein Kondensator wird über den Paddle 0,25 Millisekunden lang aufgeladen und gleichzeitig wird ein Zähler gestartet. Sobald der Kondensator eine Spannung erreicht hat, die höher ist als die Vergleichsspannung im SID, wird der Zähler angehalten und kann vom Programm ausgelesen werden. Das Paddle ist nichts anderes als ein Potentiometer. Je größer der Widerstandswert des Potis ist, desto langsamer steigt die Spannung am Kondensator. Nach Beendigung einer Messung wird der Kondensator schlagartig entladen und das ganze Spiel beginnt von neuem. Wenn der Widerstand des Potentiometers zu groß ist (größer als 200 kOhm), erreicht der Kondensator in den 0,25 Millisekunden nicht die Spannung, die nötig ist, um den Zähler im SID zu stoppen. Er läuft immer bis zum höchsten Wert von 255. Ist der Widerstand dagegen zu klein (kleiner als 200 Ohm), so stoppt der Zähler praktisch sofort und im Auslese-Register steht dann eine 0. Die Widerstände dürfen auch nicht unter 100 Ohm liegen, da sonst die auftretenden Entladeströme zu groß werden und der SID somit auch seinen Geist aufgeben kann. Am C 64 können nun aber vier Paddles angeschlossen werden, obwohl der SID nur zwei Analog-Digital-Wandler besitzt. Dies wird durch IC 28 – einem Analogschalter – ermöglicht. Dieser kann, über die CIA gesteuert, zwischen jeweils zwei Paddles hin und herschalten. Ein Analogschalter ist in etwa vergleichbar mit einem Relais. Wenn an seinem Steuereingang eine Spannung anliegt, schaltet er seinen Ausgang um. Da der Analogschalter aber keine Mechanik enthält, kann er bedeutend schneller umschalten. Wenn dieses IC defekt ist, lassen sich die Paddles ebensowenig abfragen, wie wenn der SID nicht mehr mitspielt. Da dieses IC im Gegensatz zum SID nur ein paar Mark kostet, sollte es ebenfalls überprüft werden, bevor der SID ausgetauscht wird. Dazu wird aber ein Oszilloskop oder ein Logiktester benötigt. An Pin 8 und 11 von IC 28 läßt sich genauso wie an Pin 23 und 24 des SID eine Rechteck-Spannung nachweisen.

Um alle internen Register des SID beim Einschalten in einen definierten Zustand zu versetzen, bekommt der Baustein beim Einschalten an Pin 5 ein Low-Signal. Nach ca. 0,5 Sekunden geht dieses auf High-Pegel und der Chip kann seine Arbeit aufnehmen. Ohne diesen RESET würden alle Register im SID zufällige Werte annehmen. Die Folge wäre auch ein zufälliges Ausgangssignal; ein angeschlossener Lautsprecher mit Verstärker oder Monitor würde also nur Krach produzieren. Nur sehr wenige könnten mit dieser

»Musik« etwas anfangen. Alle vom SID erzeugten Frequenzen werden vom Taktsignal ø 2 durch Frequenzteilung abgeleitet. Gleichzeitig dient dieses Signal auch Steuerung der internen Abläufe und zur Synchronisation der Schreib- und Lesezugriffe. Die Register im SID können durch die fünf Adreßeingänge selektiert werden. Dazu wird dem SID über die CS-Leitung (Chip Select) mitgeteilt, daß er gemeint ist. Dann erst erfolgt über die fünf Adreßleitungen die Anwahl der insgesamt 29 Register des SID.

Der SID beinhaltet dabei folgende Besonderheiten:

- Drei Tongeneratoren, jeweils von 0 bis 4000 Hz
- Pro Generator sind vier Kurvenformen einstellbar; Sinus, Dreieck, Rechteck oder Rauschen
- Drei Amplitudenmodulatoren mit jeweils 48 dB Umfang
- Drei Hüllkurvengeneratoren
- Ringmodulation
- Zufallsgenerator
- Programmierbare Filter

Die drei Stimmen des SID können unabhängig voneinander eingesetzt werden. Jede Stimme besteht aus einem Tongenerator, einem Hüllkurvengenerator und einem Amplitudengenerator. Die maximale Tönhöhe ist allerdings auf vier KHz beschränkt. Zusätzlich zu den Tongeneratoren gibt es noch ein programmierbares Filter, mit dem sehr komplexe Sound möglich sind. Der dritte Oszillator läßt sich als Zufallsgenrator einsetzen.

KAPITEL 8

Das Netzteil

Ohne Strom läuft nichts

Sie kommen nach Hause und wollen eben nur mal den Text, den Sie am Vorabend in mühevoller Arbeit geschrieben haben, ausdrucken. Nach Einschalten Ihrer Computeranlage tut sich überhaupt nichts. Zunächst einmal keine Panik! Vielleicht hat Ihre Ehefrau den Stecker herausgezogen, um nur mal eben Staub zu saugen. Kontrollieren Sie als erstes alle Stecker. Sind diese alle ordnungsgemäß eingesteckt, kann der Fehler als erstes am Netzteil liegen. Das Netzteil des C 64 ist in einem unscheinbaren Kunststoffgehäuse untergebracht.

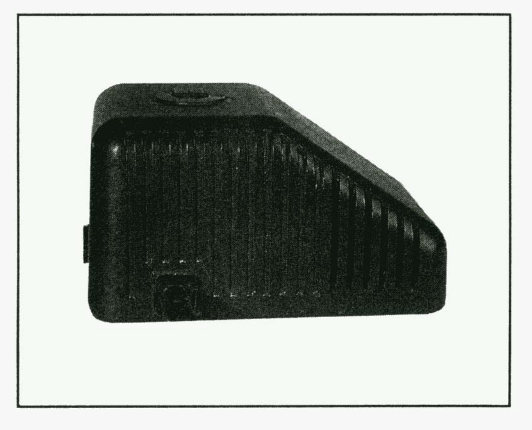


Bild 8.1: Das Netzteil besteht aus einem massiven Kunststoffblock

Dieses wird meist in der hintersten Ecke des Computer-Arbeitsplatzes untergebracht. Commodore hat es nicht für nötig befunden, dem Netzteil noch einen Extraschalter zu genehmigen. Der einzige Schalter der C 64-Anlage ist am Computer selbst angebracht. So steht das Netzteil immer unter Strom, auch wenn Sie Ihre Anlage nicht eingeschaltet haben. Der Stromverbrauch ist zwar gering, aber das Netzteil läuft ständig mit. Da sich leider am Netzteil keine Eingriffe (vergossen) vornehmen lassen, ist die einfachste Methode, den Stromverbrauch zu senken, eine schaltbare Steckdosenleiste anzuschaffen. So sind alle Verbraucher der Computeranlage mit einem Griff vom Netz getrennt. Das Netzteil des C 64 ist genau auf diesen Computer zugeschnitten. Solange keine Erweiterung am C 64 eingebaut wird, reicht es vollständig aus. Aber der Computer wächst ja auch mit dem User. Sehr schnell wird der C 64 mit einigen zusätzlichen Stromverbrauchern ausgestattet. Auch die eingesteckten Module brauchen Strom! Manchmal gar nicht so wenig. In den meisten Fällen kann das mitgelieferte Netzteil gerade noch den Strom für ein Modul liefern, aber bei einer Speichererweiterung (für GEOS geradezu unverzichtbar) wird der Kunststoffblock bald streiken. Normalerweise gibt so ein Netzteil den Geist nicht so schnell auf, so daß keine Folgeschäden entstehen.

Sehen wir uns das Netzteil des C 64 einmal genauer an. Wie alle Computer besitzt der C 64 intern eine Vielzahl von ICs, die eine Betriebspannung von 5 Volt benötigen. Das externe Netzteil wandelt die anliegende Netzspannung von 230 Volt in diese Spannung um. Gleichzeitig erzeugt es noch eine Wechselspannung von 9 Volt, die im internen Netzteil des C 64 weiterverarbeitet werden. Es besteht aus einem Transformator mit zwei Sekundärwicklungen, einem Gleichrichter, einem Sieb-Kondensator und einem 5-Volt-Stabilisator. Der Gleichrichter besteht aus vier Dioden vom Typ 1 N 4001. Diese können einen maximalen Strom von 1 Ampere liefern. Damit sind sie aber an der Grenze ihrer Belastbarkeit angelangt. Eine kurzfristige Überlastung stecken sie ohne weiteres weg. Doch tritt diese Überlastung über einen längeren Zeitraum auf, so geben diese Dioden als erstes den Geist auf. Fassen Sie mal nach einer längeren Session Ihr Netzteil an. Es wird ganz schön warm. Wenn Sie noch zusätzlich eine Speicherkarte (z.B. unter GEOS) verwenden, kann es so heiß werden, daß das Plastik schmilzt. Wird es so heiß, daß Sie sich die Finger daran verbrennen, ist es höchste Zeit, sich ein größeres Netzteil zuzulegen. In Kapitel 21 finden Sie eine Bauanleitung für ein größeres Netzteil, das auch die größte Speichererweiterung spielend wegsteckt.

Verstecken Sie Ihr Netzteil niemals in der dunkelsten Ecke. Es fürchtet sich zwar dort nicht, aber es braucht dank seiner knappen Dimensionierung reichlich Luft, um die Verlustwärme abführen zu können. Der eingesetzte Spannungsregler besitzt eine integrierte Übertemperatursicherung. Er kann also für sich selbst sorgen. Bei zu hoher Temperatur regelt er die Spannung herunter, so daß der Strom sinkt. Allerdings kann dadurch der C 64 nicht mehr arbeiten. In puncto Spannung sind die ICs nämlich äußert anspruchsvoll. Bereits ein Absinken der Versorgungsspannung um 5 Prozent genügt, um sie nicht mehr ordnungsgemäß arbeiten zu lassen. Eine Reduzierung der Spannung um 0,25 Volt bewirkt ein Aussteigen des Computers. Eine ständige Überlastung des Computers bei nur kurzem Gebrauch übersteht der Regler ohne Schwierigkeiten, während die Dioden

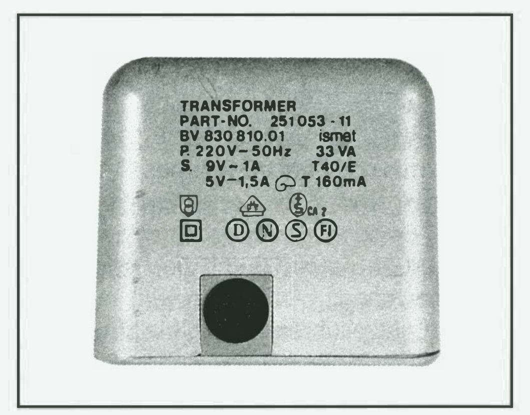


Bild 8.2: Hinter dieser Schraube verbirgt sich die Sicherung

sich irgendwann verabschieden. Das Netzteil ist dann hin. Es muß ausgetauscht werden. In den Bauanleitungen in Kapitel 21 finden Sie die Anleitung für den Selbstbau eines größeren Netzteiles, das auch die größten Erweiterungen klaglos wegsteckt. Außerdem besitzt dieses Netzteil, wie bei professionellen Geräten üblich, eine Überspannungssicherung. Ihre wertvolle Anlage wird dadurch bei Fehlern im Netzteil wirkungsvoll geschützt.

Hinten am Netzteil befindet sich eine Sicherung. Sie kann nur mit einem Schraubendreher entfernt werden. Gibt Ihre Computeranlage einmal ohne jeden Grund ihren Geist auf, sollten Sie als erstes diese Sicherung verdächtigen. Sie läßt sich ganz einfach mit dem selbstgebauten Durchgangsprüfer (siehe Kapitel 21) testen. Leuchtet die LED auf, ist die Sicherung in Ordnung. Falls nicht, muß sie ersetzt werden. Eine Sicherung erfüllt in ihrem Leben nur einen Zweck: Sie schützt die über sie angeschlossene Schaltung vor einem zu hohem Strom. Sicherungen werden in den unterschiedlichsten Ausführungen hergestellt. In einem kleinen Glasröhrchen befindet sich ein dünner Draht, der bei einem zu hohem Strom durchbrennt. Die Feinsicherungen haben in Deutschland die Abmessungen 5 mal 20 mm. Auf den Metallhülsen, die den elektrischen Kontakt herstellen, sind die jeweiligen Werte der Sicherung eingestanzt: z.B. 250/0,1 F. Dabei geben die 250 die Spannung an, bei der die Sicherung maximal betrieben werden kann; 0,1 nennt den Strom in Ampere, der den Draht durchfließen kann, ohne daß er durchbrennt. Das F bedeutet: es handelt sich um eine flinke Sicherung. Nun dürfen Sie nicht glauben, daß die eben beschriebene Sicherung bei einem Strom von 0,11 A sofort durchbrennt. Die nachfolgende Tabelle gibt die Zeiten und die Ströme an, bei denen Sicherungen mit den verschiedenen Kennbuchstaben durchbrennen.

I Nenn.	*** 2,1**	*** 2,75**	*** 4**	*** 10**
32 – 100 mA	2 min. – 10 s	200 ms – 3 s	40 ms – 300 ms	10 – 20 ms
0,125 – 6,3 A	2 min. – 10 s	600 ms – 3 s	150 ms – 300 ms	10 – 20 ms

Die Versogungsspannung für den C 64 wird nun über ein 4poliges Kabel zum C 64 geleitet. Dort erst befindet sich der Hauptschalter für den Computer. Dieser ist 2polig ausgeführt, um beide Spannungen getrennt zu schalten. Wie schon erwähnt, liegt auf zwei Leitungen eine Wechselspannung. Diese wird nun noch auf ein internes Netzteil im C 64 geführt. Dort wird mit Hilfe von zwei Dioden und zwei Kondensatoren eine Spannungsverdopplung vorgenommen. In älteren C 64 benötigen einige hochintegrierte Chips eine positive Hilfsspannung, die höher als 5 Volt ist. Sie wird durch die verdoppelte Wechselspannung und einen Spannungsregler gewonnen. Außerdem wird aus den 50 Hz der Wechselspannung der Takt für die beiden Echtzeituhren in den CIAs abgeleitet. Für die Stromversorgung von Modulen am User-Port liegt diese 9-Volt-Spannung auch noch direkt an diesem Port an den Pins 9 und 10 an. Achtung! Einige Versionen des C 64 (z.B. die ALDI-Version) besitzen diese Durchführung zum User-Port nicht! Module, die auf

diese Spannung zurückgreifen, wie RS-232, einige EPROMer etc. funktionieren an diesen Versionen nicht.

Die 9-Volt-Wechselspannung ist im C 64 noch mit einer Extrasicherung vor Überlastung geschützt. Wenn Sie versehentlich am User-Port zwischen den Pins 9 und 10 einen Kurzschluß hervorrufen, brennt sie sofort durch. Am Anfang werden Sie dieses wahrscheinlich gar nicht bemerken. Laden Sie jedoch nun ein Spiel, werden Sie feststellen, daß der Sound völlig fehlt oder nur sehr leise zu hören ist. Auch die Abfrage der Echtzeituhren mit TI$ funktioniert nicht mehr. Sonst wird aber der C 64 wie gewohnt weiterarbeiten. Auch die Betriebsspannungsanzeige (rote LED) leuchtet munter weiter. Um an diese Sicherung heranzukommen, ist der C 64 aufzuschrauben. Drei Schrauben an der Unterseite halten das Gehäuse zusammen. Sie verlieren aber den Garantieanspruch, wenn Sie das Gehäuse öffnen. Hinten wird die Gehäuseoberschale nur von einigen Kunststoffnippeln gehalten. Heben Sie die obere Halbschale vorsichtig hoch. Da die Tastatur und die Betriebsspannungsanzeige im Deckel untergebracht sind, müssen Sie diese Kabel abziehen. Die Platine des C 64 verbirgt sich nun noch unter einem Abschirmblech. Lösen Sie alle Schrauben, die dieses Blech mit der Platine und der unteren Halbschale verbinden. Jetzt sehen Sie oben rechts den Übeltäter. Diese Sicherung ist allerdings eine mit amerikanischer Norm.

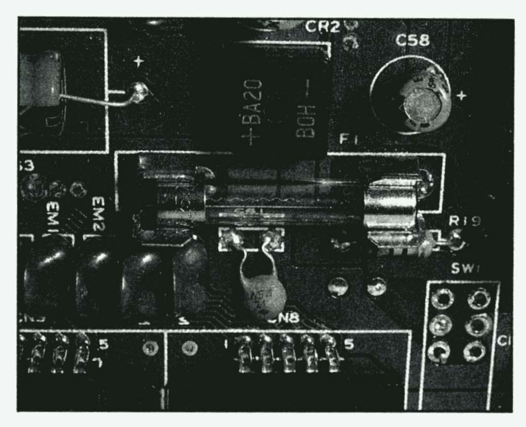


Bild 8.3: Die versteckte Sicherung

Sie besitzt die Abmessungen 6 x 30 mm. In Amerika ist eben alles größer. Nehmen Sie sie heraus und sehen Sie nach, ob der dünne Draht im Inneren noch intakt ist. Sind Sie sich nicht ganz sicher, müssen Sie den Durchgangstester (siehe Kapitel 21) zu Hilfe nehmen. Falls sie durchgebrannt ist, besorgen Sie sich genau diese Sicherung im Fachhandel. Sie hat die elektrischen Werte: 2 A/125 F. Nach Einsatz der neuen wird der C 64 in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammengebaut. Vergessen Sie nicht das Abschirmblech. Außer seiner schirmenden Funktion, wird es zur Kühlung von einigen Chips herangezogen. Die weiße Wärmeleitpaste auf einigen Chips (z.B. dem VIC) darf nicht weggewischt werden. Sie ist für einen guten Wärmeübergang vom IC zum Kühlblech wichtig.

Brennt die Sicherung beim Einschalten allerdings wieder durch, müssen Sie sich auf die Fehlersuche begeben. Die Stromaufnahme des C 64 ist in diesem Zweig minimal. Deshalb kommt nur ein Modul am User-Port als Fehlerursache in Betracht. Nehmen Sie das Modul heraus und wiederholen Sie den Einschaltvorgang. Hält die Sicherung jetzt, liegt es an diesem Modul. Untersuchen Sie es auf Kurzschlüsse an den Pins 9 und 10.

Fehlersuche am Netzteil

Doch um das Netzteil oder auch nur eine Sicherung überprüfen zu können, brauchen wir ein Meßgerät. Der Durchgangstester aus dem Kapitel 21 leistet hierbei sehr gute Dienste. Einige Sicherungen sind nämlich mit feinem Sand gefüllt, so daß der dünne Draht in ihrem Inneren nicht sichtbar ist. Auch wenn Sie Besitzer eines digitalen Multimeters sind, lohnt sich der Nachbau der kleinen Schaltung auf jeden Fall. Viele Messungen lassen sich mit diesem sehr hochohmigen Instrument gar nicht so einfach durchführen. Doch was tun, wenn der C 64 gar keine Pieps mehr von sich gibt?

Schauen Sie nach, ob die rote Betriebspannungs-LED am C 64 leuchtet. Falls nicht, überprüfen Sie die Sicherung im externen Netzteil. Holen Sie die Sicherung aus dem Netzteil heraus und überprüfen Sie sie mit dem Durchgangsprüfer (siehe Kapitel 21) oder einem Ohmmeter. Verbinden Sie die beide Enden der Sicherung so wie in der Zeichnung beschrieben mit diesem Meßgerät.

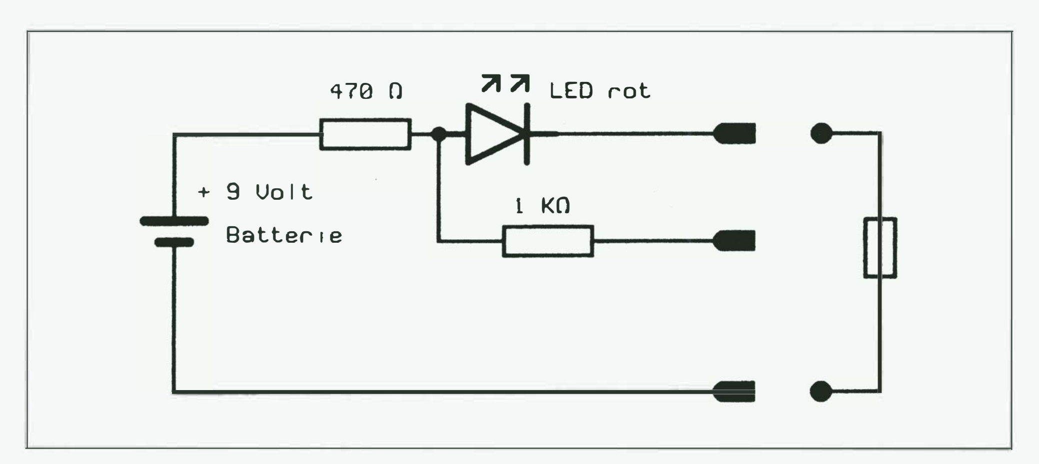


Bild 8.4: So läßt sich eine defekte Sicherung leicht erkennen

Leuchtet die eingebaute LED auf, ist die Sicherung in Ordnung. Als nächstes wird das Netzkabel überprüft. Laut Zeichnung 2 sind beide Anschlüsse des Netzsteckers mit dem Durchgangsprüfer zu verbinden. Leuchtet die LED jetzt schwächer auf, ist das Netzteil bis zum Transformator in Ordnung. Falls nicht, ist wahrscheinlich das Kabel direkt am Stecker

gebrochen. Schneiden Sie jetzt das Kabel dicht hinter dem Stecker ab. Nun isolieren Sie beide Enden des Kabels ab und führen den gleichen Test noch mal durch. Leuchtet die LED jetzt auf, können Sie aufatmen, Ihre Computeranlage ist noch in Ordnung. Sie müssen sich jetzt einen neuen Stecker besorgen und ihn nach nebenstehender Zeichnung an das 230 V Kabel anschließen.

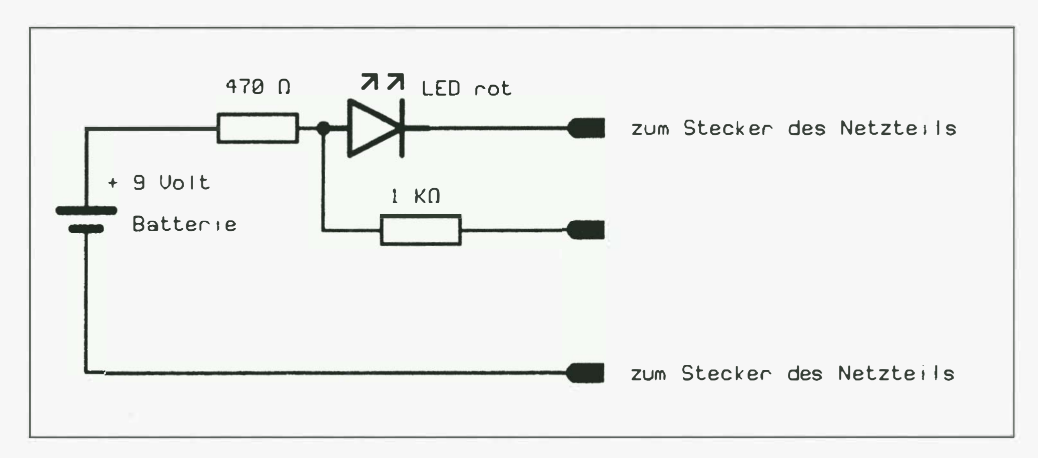


Bild 8.5: Prüfung des Netzteils

Vergessen Sie auf keinen Fall die Zugentlastung. Ziehen Sie immer das Netzkabel nur am Stecker aus der Steckdose, sonst kann das Kabel dort wieder brechen und im schlimmsten Fall an der immer dünner werdenden Stelle anfangen zu brennen.

Fehlerkatalog

C 64 gibt kein Lebenszeichen von sich

Ist der Netzstecker eingesteckt? Ist die Sicherung im Netzteil in Ordnung? Läßt er sich durch Wackeln an den Steckverbindungen zum Leben erwecken?

Abhilfe:
Netzstecker einstecken.

Sicherung ausbauen, durchmessen und eventuell ersetzen.

Wackelkontakt am Stecker. Kabel direkt hinter dem Stecker abschneiden und mit einem neuen Stecker versehen.

Kein Ton, aber LED am C64 leuchtet

Funktioniert die Echtzeituhr? Abfrage mit PRINT TI$. Verändert sich der angezeigte Wert nicht: Sicherung im C 64 defekt! Austauschen.

KAPITEL 9

Allgemeine Fehler

In diesem Kapitel finden Sie Tips und Fehlerbeschreibungen, die in der Reparaturpraxis aufgetreten sind. Es sind teilweise äußerst spezielle Fehler darunter, die nicht alltäglich auftreten, aber allein die Beschreibung kann Ihnen bei der Fehlersuche sehr hilfreich sein. Aber am besten lernt man aus der Praxis:

Fehlerbeschreibung:
Totalausfall des C 64.

Reparatur:
Die CIAs waren zum Glück gesockelt, so daß sie erst einmal auf Verdacht ausgewechselt werden konnten. Der Fehler war allerdings dann immer noch vorhanden. Als nächstes wurde die Betriebsspannung gemessen und zwar direkt an einem TTL-IC. Sie lag mit ca. 2,9 Volt viel zu niedrig, als daß der Computer damit seinen Dienst aufnehmen konnte. Ein Austausch des Netzteils brachte aber auch nicht den gewünschten Erfolg. Die nächste Vermutung, daß ein IC einen Kurzschluß aufwies und deshalb das Netzteil so stark belastete, daß der Regler dort die Spannung zurückregeln würde, erwies sich aber auch als Trugschluß. Eine Überprüfung des aufgenommenen Stroms ergab nämlich einen Wert von ca. 600 mA. Dazu wurde beim C 64 (alt) hinten neben dem Expansion-Port die kleine Drossel durchgeknipst und ein Multimeter in Reihe dazwischengeschaltet. Nun wurde die Spannung direkt an den Anschlüssen des Steckers gemessen. Überraschenderweise ergab sich dort ein Wert von 5 Volt. Hinter dem Schalter lagen aber nur 3 Volt. Der Spannungsabfall fand also über dem Schalter statt. Ein Nachlöten der Anschlußstifte brachte jedoch keine Verbesserung. Nach Austausch des Schalters arbeitete der C 64 jedoch wie gewohnt. Interessanterweise ließ sich der Schalter mit dem Multimeter nicht als defekt identifizieren. Eine Überprüfung ergab völlig normale Werte. Erst höhere Ströme als im Ohmbereich des Multimeters lassen den Übergangswiderstand zu Tage treten.

Fehlerbeschreibung:
Im C 64-Modus eines C 128 D (Plastik) läßt sich keine Diskette mehr formatieren.

Reparatur:
Nach Öffnen des Gehäuses ließ sich kein offensichtlicher Fehler feststellen. Die Verbindungsstecker zur Floppy wurden abgezogen und wieder aufgesetzt. Danach funktionierte das Gerät wieder. Durch vorsichtiges Auseinanderbiegen der Steckverbindungen lassen sich die Stecker wieder wesentlich fester montieren.

Fehlerbeschreibung:
Nach Bastelarbeiten am User-Port arbeitet der C 64 nicht mehr korrekt. Der Ton fehlt und auch die Abfrage nach der Uhrzeit mit TI$ funktioniert nicht richtig.

Reparatur:
Dieser Fehler, so teuer er sich bei der Beschreibung auch anhörte, war relativ kostengünstig zu beheben. Wahrscheinlich hatte ein Kurzschluß an den beiden Wechselspannungsanschlüssen am User-Port die interne Sicherung durchbrennen lassen. Dadurch fehlte die Hilfsspannung am SID und da die Uhrzeit aus der Netzfrequenz, mit

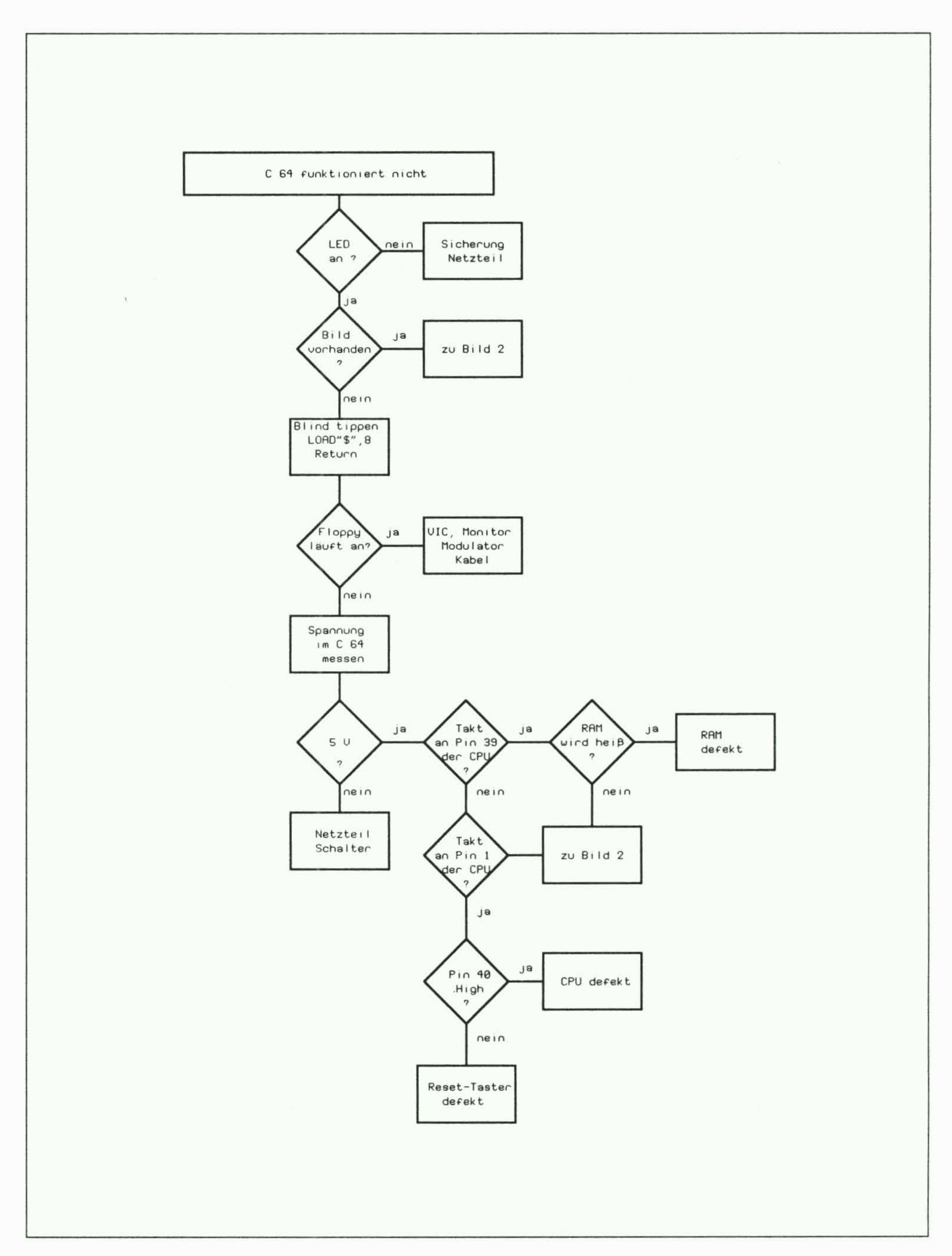


Bild 9.1: Troubleshooting I für die Hardware

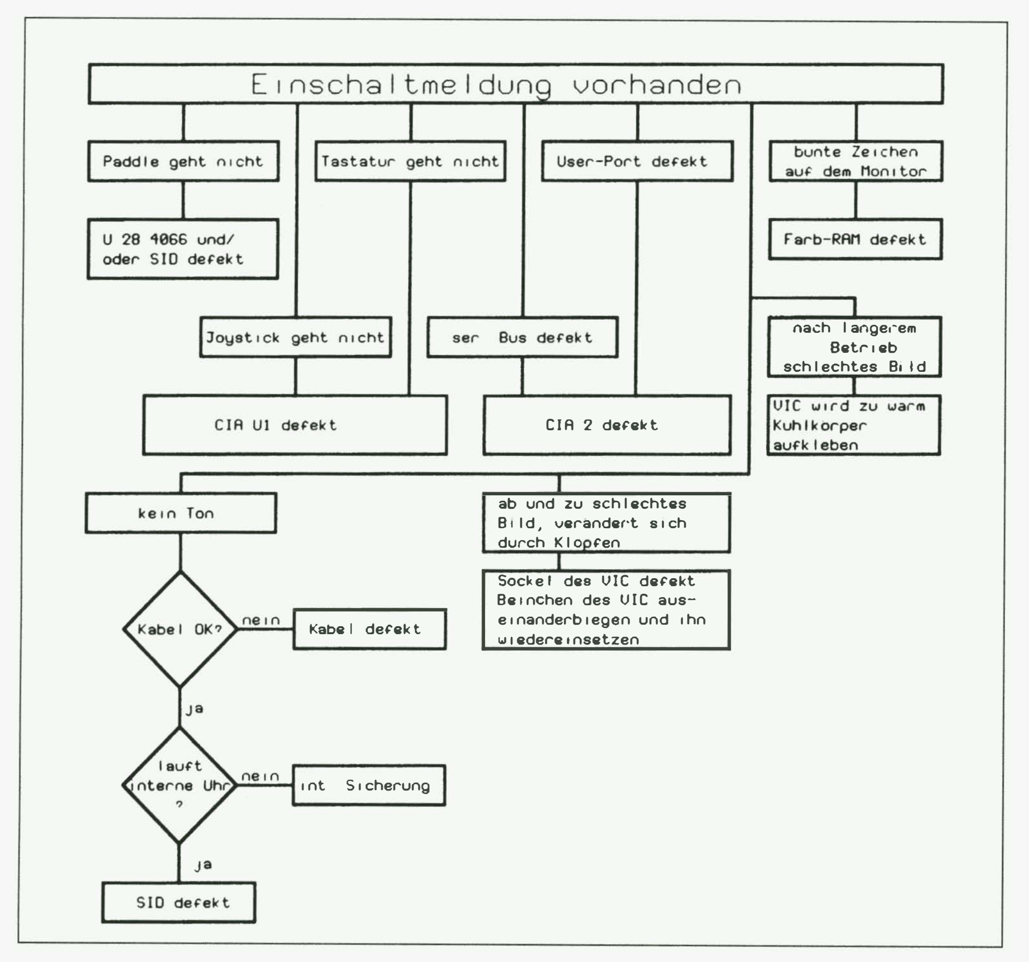


Bild 9.2: Troubleshooting II

Hilfe des Timers in der CIA erzeugt wird, auch die aktuelle Zeit. Nach Aufschrauben des Computers brachte der Austausch der Sicherung sofort den vollen Erfolg.

Fehlerbeschreibung:
Nach einem Umzug in eine neue Wohnung verhielt sich der C 64 plötzlich sehr merkwürdig. Ohne irgendwelche ersichtlichen äußeren Umstände führt er selbstständig ab und zu einen Reset aus. Dies trat scheinbar immer zufällig auf.

Reparatur:
Zur Beobachtung lief der Computer in der Werkstatt mehrere Tage durch. Doch der Fehler trat kein einziges Mal auf. Also wurde vermutet, daß Störimpulse aus der Netzleitung die

Ursache dieses seltsamen Verhalten wären. Ein teures Netzfilter wurde in die 230 Volt-Leitung eingeschleift. Doch die Fehlerursache war immer noch nicht beseitigt. Der C 64 behielt sein merkwürdiges Verhalten bei.

Als nächstes wurde nun die Netzspannung überprüft. Dabei zeigte es sich, daß die Spannung immer, wenn ein großer Verbraucher eingeschaltet wurde kurzfristig absank. Das Netzteil konnte diesen Spannungseinbruch nicht gut genug ausregeln. Der C 64 bekam kurzzeitig zu wenig Spannung. Er quittierte dies mit einem Reset. Da das Netzteil aber völlig in Ordnung war, mußte eine andere Lösung gefunden werden. Ein Widerstand von 4,7 kΩ wurde direkt auf den User-Port an die Pins 2 (+ 5 V) und 3 (Reset) gelötet. Der Pegel auf der Reset-Leitung wurde durch dieses Verfahren soweit angehoben, daß auch Netzspannungseinbrüche zum Absinken dieser Spannung führen konnten. Seit dieser »Reparatur« läuft der C 64 ohne Probleme.

KAPITEL 10

Der Außenspeicher

Die Floppy 1541

Während der C 64 ein Gerät ist, das vollkommen ohne bewegte Teile auskommt, braucht man für die Datenspeicherung auch Mechanik. Ein Motor sorgt für die Drehung der Diskette und ein zweiter für die Bewegung des Schreib-Lese-Kopfs. Dann ist da noch eine Auswurfmechanik für die Diskette vorhanden und eine Gabellichtschranke für die Erkennung, ob die Diskette gewechselt wurde. Ein eigener Computer sorgt für die Steuerung all dieser Komponenten.

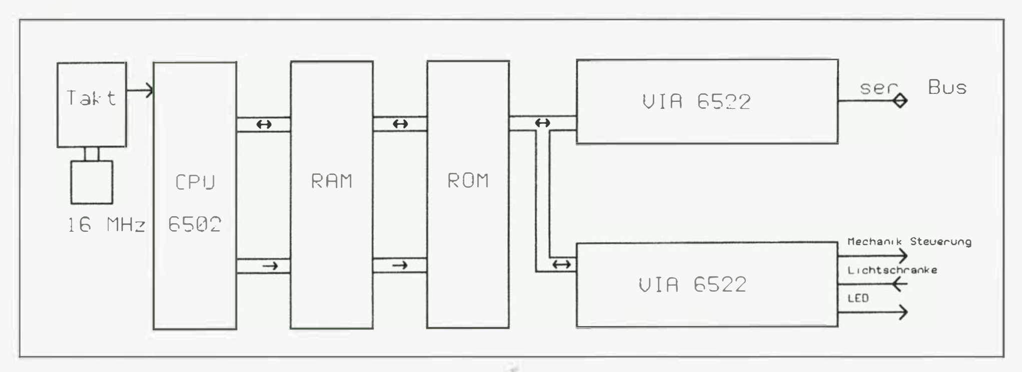


Bild 10.1: Ein eigener Computer beaufsichtigt die Floppy

Der Antriebsmotor

Die Aufzeichnung von Daten funktioniert nur, wenn das magnetisch beschichtete Material (die Diskette) am Schreib-Lese-Kopf vorbeigeführt wird. Deshalb sorgt ein Motor für eine Drehung der Magnetscheibe. Er dreht die Diskette mit 300 Umdrehungen pro Minute um sich selbst. Der Motor hierfür ist ein spezieller Gleichstrommotor, der mit einer Elektronik ausgerüstet ist, damit die Drehzahl genau eingehalten wird. Nur dann ist gewährleistet, daß Sie auch Disketten bearbeiten können, die von fremden Laufwerken beschrieben wurden.

Verwenden Sie nur Disketten, die Sie selbst beschrieben haben, ist diese Drehzahl ziemlich unkritisch, genau wie bei einem Kassettenrekorder, in dem Sie nur eigene Aufzeichnungen benutzen. Tauschen Sie jedoch mit einem Freund Kassetten aus, so klingt bei zu geringer Drehzahl Ihres Kassettenrekorders die Aufnahme dumpf und bei zu hoher Drehzahl zu hell. Im Falle der Diskettenstation werden die Daten bei falscher Drehzahl nicht richtig erkannt. Auch wenn Sie nur Disketten verwenden, die Sie selbst beschreiben, kann auf die Regelung nicht verzichtet werden. Alte Disketten weisen in der Regel meist eine höhere Reibung auf als neue. Die Elektronik muß dies erkennen und dem Motor deshalb mehr Strom zuführen, damit die Drehzahl konstant bleibt. In den Lauf-

werken befindet sich für den Abgleich der Geschwindigkeit ein Trimmpoti auf einer kleinen Platine über der Mechanik. Dieses ist vom Werk her abgeglichen und mit einem Tropfen Lack versiegelt worden. Vermeiden Sie es tunlichst, daran herumzuspielen.

Ein zweiter Motor sorgt für den Transport des Schreib-Lese-Kopfs über die gesamte Fläche der Diskette. Dieser Motor besitzt einen speziellen Aufbau. Da die Spuren, die der Kopf auf der Diskettenoberfläche schreibt bzw. liest, sehr eng beieinander liegen, spielt hier die Positionierung des Kopfs eine wichtige Rolle. Hier wird ein Steppermotor eingesetzt. Dieser legt bei Anlegen der Betriebsspannung nur den Bruchteil einer Umdrehung zurück. Im Falle der 1541 sind es nur 3,6 Grad. Erst beim Umpolen der Spannung wird der nächste Schritt vollzogen. Die Ansteuerung dieses Motors ist recht aufwendig und nur von einem Computer zu bewältigen. Als angenehmen Nebeneffekt weiß der Computer, durch die besondere Ansteuerungsart bedingt, immer, an welcher Stelle der Diskette sich der Kopf befindet. Er zählt dazu einfach die Anzahl der Schritte.

Für die Überwachung all dieser mechanischen Komponenten beeinhaltet die Floppy 1541 einen kompletten Computer mit CPU, RAM, ROM und Eingabe-/Ausgabe-Bausteinen. Deswegen wird sie auch als »intelligente« Diskettenstation bezeichnet. Sie kann also weitestgehend alleine arbeiten. Vom C 64 werden Befehle zur Floppy gesendet, die sie dann ausführt. Die Floppy hat dann drei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen. Zum einen muß sie den Datenverkehr vom und zum Rechner durchführen. Die zweite Aufgabe ist die Interpretation der Befehle, die Verwaltung der Dateien, der zugeordneten Übertragungskanäle und der Blockpuffer. Die dritte Aufgabe ist die hardwaremäßige Bedienung der Diskette; dazu gehört das Lesen und Schreiben einzelner Blöcke und das Formatieren. Mit Hilfe der Interrupt-Technik ist der Prozessor in der Lage, diese drei Programme quasi gleichzeitig zu erfüllen. Diesen Streß hat die CPU im Diskettenlaufwerk aber nur, wenn Daten auf die Diskette geschrieben oder von ihr gelesen werden. Ansonsten wartet der Prozessor auf Befehle. Durch sein zusätzliches RAM kann die CPU auch Programme ausführen, die vom C 64 zu ihr gesendet wurden. Sie besitzt zwei Ein-/Ausgabe-Bausteine vom Typ 6522. VIA 1 (Versatile Interface Adapter) steuert den seriellen Bus. VIA 2 übernimmt alle internen Steuerungen, vom Kopftransport, dem Steppermotor, dem Diskmotor über die Abfrage der eingebauten Lichtschranke bis hin zu der Leuchtdiode, die anzeigt, daß die Floppy einen Diskettenzugriff vornimmt. Wie Sie unschwer erkennen können, ist die Floppy viel komplizierter aufgebaut, als es auf den ersten Blick scheint.

Man muß nun zwischen zwei verschiedenen Arten von Fehlern unterscheiden: Zum einen die mechanischen Fehler und zum anderen die elektrischen Fehler.

Strom muß da sein

Die 1541 braucht – wie jedes elektrische Gerät – Strom, um zu funktionieren. Hinten in der Floppy sitzt eine Sicherung mit folgenden Daten: 250 Volt und 500 mA träge. Wenn die

Floppy überhaupt kein Lebenszeichen (LED leuchtet nicht) mehr von sich gibt, so überprüfen Sie bitte als erstes diese Sicherung. Falls sie defekt ist, ersetzen Sie sie bitte durch eine vom gleichen Typ. Ist wieder alles o.k., kann man beruhigt das Buch zur Seite legen und weiter am Rechner arbeiten. Aber in den meisten Fällen geht es nicht so einfach und man ist gezwungen, weiter zu suchen.

Doch dazu muß die Floppy geöffnet werden. Entfernen Sie bitte alle Kabel von der Floppy und schrauben Sie sie auf. (Achtung Garantieverlust!) Dazu müssen Sie unten im Boden der Floppy vier Schrauben entfernen. Denken Sie bitte daran, daß ein Präzisionsgerät vor Ihnen liegt. Die Mechanik ist nicht in der Lage, größere Stöße zu vertragen. Die Floppy braucht zwei Spannungen, einmal 5 Volt für die Elektronik und zu anderen 12 Volt für die Motoren. Diese beiden Spannungen werden vom Netzteil mit Hilfe zweier Spannungsregler erzeugt. Die beiden Brückengleichrichter sind leider etwas unterdimensioniert.

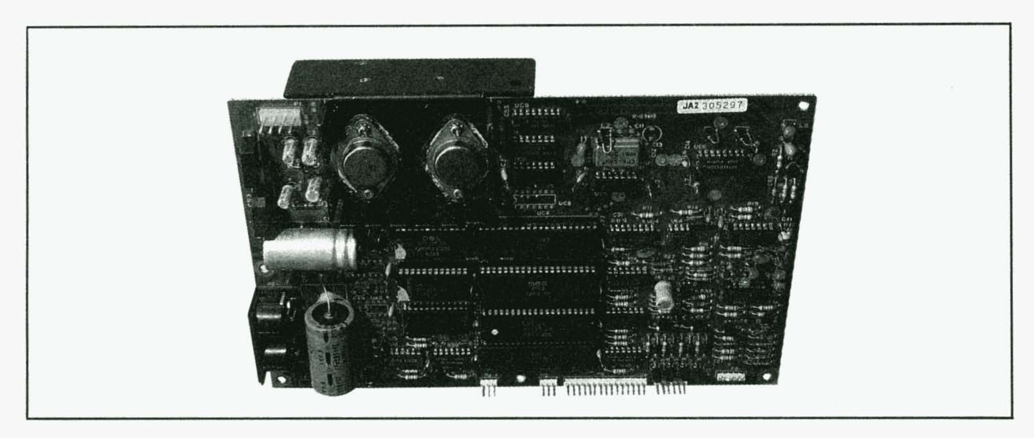


Bild 10.2: Die Floppyplatine beinhaltet einen kompletten Computer

Das heißt, sie können öfters kaputtgehen. Ein Brückengleichrichter ist aus vier einzelnen Dioden zusammengesetzt, die sich alle in einem Gehäuse befinden.

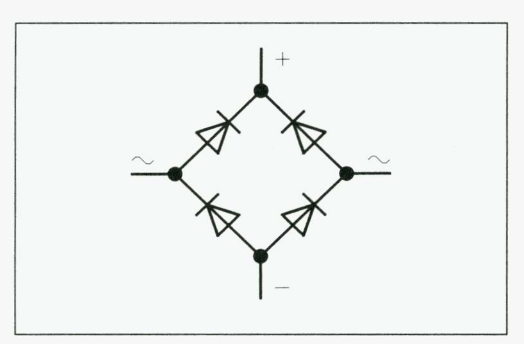


Bild 10.3: Der Brückengleichrichter

Manche Fehler äußern sich folgendermaßen: Die rote LED an der Floppy leuchtet auf, der Diskmotor dreht sich, hört aber nicht mehr zu laufen auf, oder aber er stoppt nach kurzer Zeit und die Floppy läßt sich nicht mehr ansprechen. Es kann auch vorkommen, daß der C 64 abstürzt (Cursor verschwindet oder hört auf, zu blinken). In so einem Fall ist der Gleichrichter in der Floppy sehr verdächtig. Man sollte jetzt erst einmal die Spannungen an den beiden Kondensatoren überprüfen. Am linken Kondensator mit 6800 µF müssen ca. 20 Volt anliegen und am anderen mit 4700 µF ca. 12 Volt. Wird auch noch einer der beiden Gleichrichter schon nach wenigen Minuten Betrieb sehr heiß, so ist es sehr wahrscheinlich, daß er defekt ist. Löten Sie ihn aus oder knipsen Sie einfach die Beinchen ab. Im ausgebauten Zustand läßt er sich ganz leicht mit dem Durchgangsprüfer (siehe Kapitel 21) testen. Sie können nach dem Schaltbild alle vier Dioden einzeln auf ihre richtige Funktion hin überprüfen. Legen Sie dazu den Pluspol des Testers an einen der beiden Wechselspannungsanschlüsse des Gleichrichters und schauen Sie nach, ob die Dioden den Strom nach dem Plusanschluß durchlassen und zum Minusanschluß sperren. Dieses müssen Sie bei beiden Wechselspannungsanschlüssen machen. Dann polen Sie den Tester um und überprüfen das gleiche in umgekehrter Richtung. Stellen Sie fest, daß im Gleichrichter eine Diode defekt ist, so müssen Sie den Gleichrichter ersetzen. Nehmen Sie dazu am besten einen vom Typ B40 C2200. Achten Sie darauf, daß die Anschlußbelegung mit der vom ausgebauten Typ übereinstimmt. Die beiden Wechselspannungsanschlüsse müssen in der Mitte liegen.

Es wird warm

In der Floppy 1541 sind auf engstem Raum Netzteil, Elektonik und Feinmechanik untergebracht. Dies bringt ein paar Probleme mit sich. Das Netzteil muß sowohl die Elektronik als auch die Motoren mit Strom versorgen.

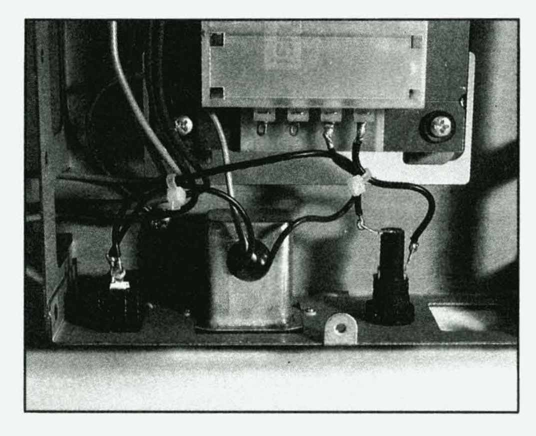


Bild 10.4: Der Netztransformator sitzt unter der Elektronik

Die Floppy hat eine Leistungsaufnahme von ca. 65 Watt, die zum größten Teil in Wärme umgewandelt wird. Dabei heizt sie sich ganz schön auf. Wie Sie bestimmt noch aus der Schule wissen, dehnen sich Metalle beim Erwärmen aus. Das sind zwar keine großen Änderungen, aber ein paar Mikrometer sind es schon. Wenn man nun bedenkt, wie genau der Schreib-Lese-Kopf justiert sein muß, kann man sich schon vorstellen, daß ein paar Mikrometer mehr oder weniger eine ganze Menge ausmachen.

Damit sind wir auch schon bei der häufigsten Fehlerursache überhaupt: Nach längerem Betrieb kann die Floppy keine Daten mehr lesen. Läßt man sie jetzt eine Weile abkühlen, so funktioniert sie wieder, als wenn nichts gewesen wäre. Dies kann zum einen am verstellten Schreib-Lese-Kopf liegen oder zu anderen an einem überhitzten Baustein. Doch was kann man dagegen machen?

Commodore ist schon auf die geniale Idee gekommen, bei den neueren Floppy-Modellen das Netzteil, als den größten Wärmeerzeuger, auszulagern. Doch dieses würde zu größeren Umbauaktionen führen. Aber es geht auch einfacher. Öffnen Sie das Gehäuse der 1541. Denken Sie bitte daran, vorher alle Kabel von der Floppy zu entfernen. Jetzt müssen Sie noch die Platine entfernen. Sie wird durch fünf Schrauben oben und zwei Schrauben an der Seite unter den Spannungsreglern gehalten. Nach Abziehen des Steckers an der rechten Seite können Sie die Platine vorsichtig nach oben wegklappen. Der Netztransformator liegt nun vor Ihnen. An der hinteren Seite befinden sich drei Anschlüsse, von denen einer frei ist. Das mittlere Kabel muß auf den äußeren freien Anschluß umgelötet werden. Damit haben Sie Ihre Floppy auf 240 Volt umgerüstet. Denken Sie bitte daran, diese Arbeiten mit äußerster Sorgfalt durchzuführen, da an den Anschlüssen 220 Volt anliegen. Wenn Sie sich nicht sicher sind, lassen Sie diese Arbeiten von einem Fachmann durchführen. Die Floppy läuft auch mit dieser Einstellung des Netzteils ohne Probleme, sie wird aber nicht mehr so heiß, da das Netzteil jetzt eine kleinere Spannung liefert. Die Spannungsregler brauchen auch nicht mehr so viel Leistung in Wärme umwandeln, so daß sie kühler bleiben. Eines kann man aber mit dieser

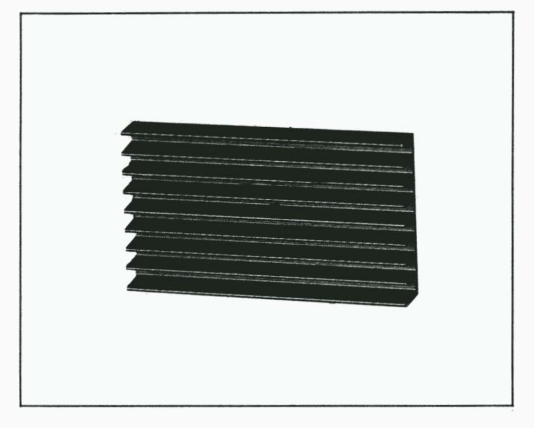


Bild 10.5: Ein solcher Kühlkörper wirkt manchmal Wunder

Methode nicht erreichen: die ICs in der 1541 werden immer noch sehr warm. Dagegen hilft nur ein Kühlblech, das direkt auf die entsprechenden Bausteine geklebt wird. Im Elektronik-Fachhandel sind solche Kühlkörper für ein paar Groschen zu haben.

Wer nun seine Floppy nicht aufschrauben möchte, kann einen Lüfter direkt auf die Lüftungsschlitze des Gehäuses setzen und so für einen kühlen Luftstrom durch die Floppy sorgen. All dies hilft einen thermischen Fehler zu verhindern. Aber es können auch noch andere Fehler auftreten.

Mehr Speicher

Im Normalfall wird die Floppy über den seriellen Bus mit Daten versorgt und sie gibt auch ihre Daten über diesen Bus zurück. Dabei werden die einzelnen Bytes in Bit-Folgen umgewandelt und zum C 64 bzw. zur Floppy gesendet. Dies bedingt ein bestimmtes Übertragungsprotokoll, von dem aber der Benutzer nichts merkt. Der eingebaute Computer in der Floppy nimmt ihm die Arbeit ab. Die serielle Verbindung hat einige Vorteile bei der Anzahl der einzelnen Leitungen im Verbindungskabel, aber sie werden durch einen größeren Hardware-Aufwand im Rechner bzw. in der Floppy erkauft. Außerdem ist die serielle Datenübertragung naturgemäß langsamer als die parallele, da die Bits ja einzeln 'rübergeschaufelt werden müssen. An den seriellen Bus können mehrere Geräte gleichzeitig angeschlossen werden. Vor der Übertragung wird zuerst eine Geräteadresse gesendet. Dadurch erkennt z.B. die Floppy, daß sie gemeint ist und geht in den Empfangsmodus. Deshalb geben Sie beim Laden des Directorys immer »,8« ein. Für zwei Floppies, die Sie am seriellen Bus betreiben wollen, müssen Sie eine auf die Geräteadresse 9 umstellen. Sonst würden sich beide Floppies angesprochen fühlen und es käme auf dem Bus zu einer Datenkollision. Dies bedeutet, daß Sie keine Diskettenstation ordnungsgemäß ansprechen können und der Rechner abstürzt oder einfach nur eine ERROR-Meldung ausgibt.

Die Änderung der Geräteadresse kann sowohl softwaremäßig als auch über die Hardware vorgenommen werden:

```
PRINT#15, „M-W"; CHR$(119) + CHR$(0) + CHR$(2) + CHR$(9 + 32) +
CHR$(nr + 64)
```

»nr« bedeutet hier die neue Geräteadresse. Sie können alle Zahlen zwischen 9 und 13 eingeben. Der Nachteil der Software-Lösung besteht darin, daß sie nach jedem Ausschalten verlorengeht. Das heißt, beim Einschalten dürfen Sie nur eine Floppy am seriellen Bus eingesteckt haben und müssen erst deren Gerätenummer ändern, dann können Sie die zweite Floppy zuschalten und wie gewohnt weiterarbeiten.

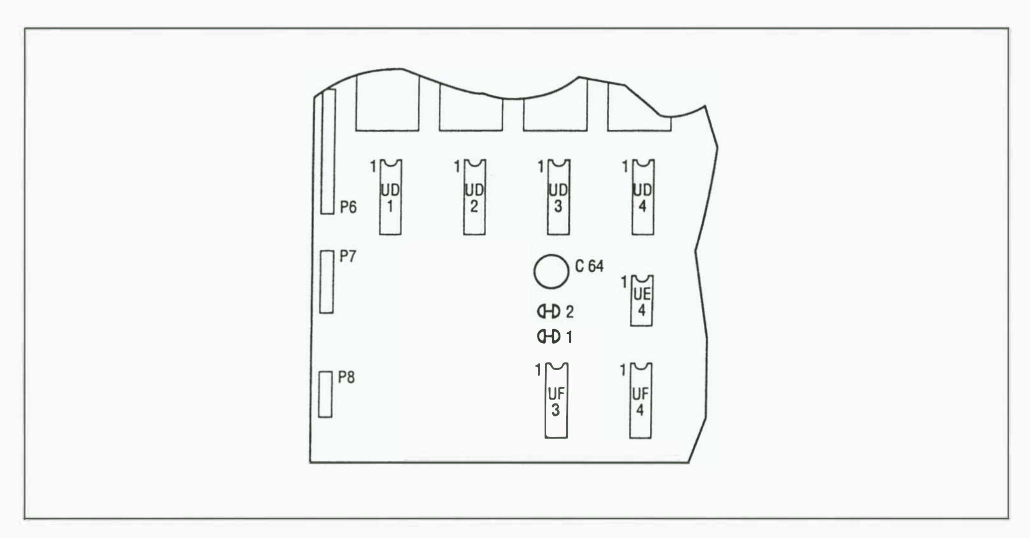


Bild 10.6: So stellen Sie Ihre Floppy auf max. vier Adressen um

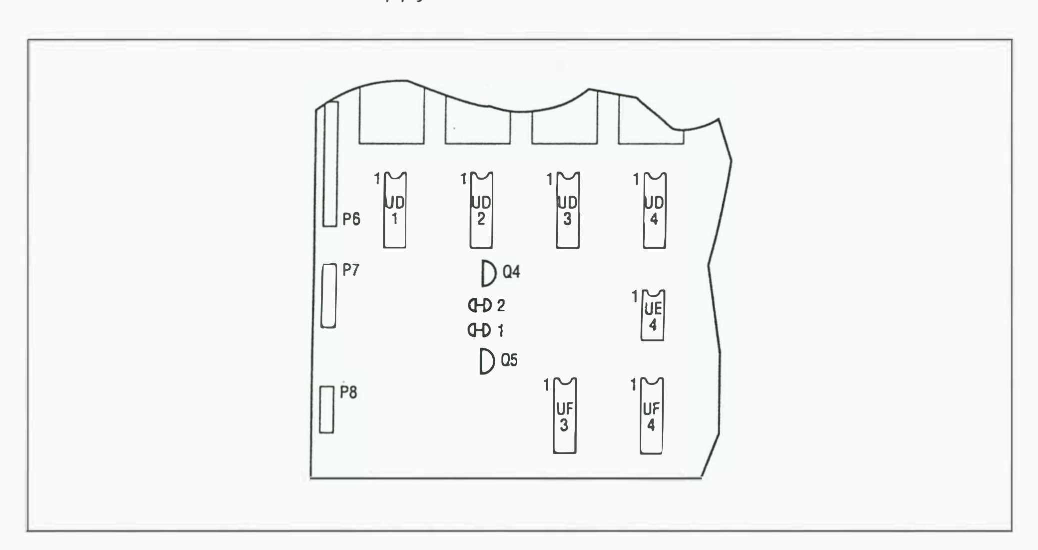


Bild 10.7: Bei einigen Versionen liegen die Jumper anders

Für die Hardware-Lösung müssen Sie die Floppy aufschrauben und intern eine Lötbrücke auftrennen. Leider gibt es aber viele Versionen der Floppy-Platine. Für zwei Versionen sind die Lötbrücken abgebildet. Kratzen Sie nun mit einem scharfen Messer die Lötbrücken durch, deren Adresse Sie folgender Tabelle entnehmen können.

Durchgetrennte Lötbrücke	Neue Geräteadresse
1	9
2	10
1 und 2	11

Einstellen der Geräteadressen 9 bis 11

Jetzt ist Ihre Diskettenstation dauerhaft auf eine andere Adresse eingestellt. So können Sie bis zu vier Diskettenlaufwerke an einem C 64 betreiben. Falls Sie diese wieder rückgängig machen wollen, so müssen Sie einfach die Verbindung mit einem Lötzinnklecks überbrücken.

Zu lange Leitung?

Sehen wir uns einmal die Signale auf dem seriellen Bus genauer an. Um Leitungen zu sparen, hat man sich etwas einfallen lassen. Unser Rechner ist ja ein 8-Bit-Computer. In ihm sind immer 8 Bit zu einem Byte zusammengefaßt. Dieses Byte wird im Rechner selbst parallel verarbeitet. Will man nun Daten über eine größere Entfernung übertragen, z.B. vom Rechner zur Floppy, so bräuchte man bei paralleler Sendung 8 Datenleitungen und eine Masseleitung als gemeinsamen Bezugspunkt. Bei kürzeren Strecken ist dies belanglos, aber bei größeren Entfernungen würden die dazu benötigten Kabel teuer. Deshalb sendet man die einzelnen Bits nacheinander. Der Empfänger in der Floppy setzt die nacheinander ankommenden Bits wieder zu einem Byte zusammen. Das Kabel besteht aus mehreren einzelnen, voneinander isolierten Drähten. Diese bilden gegeneinander eine Kapazität, die das Signal belastet und dadurch verschleift, d.h. aus den schönen Rechteck-Impulsen werden Sinus-ähnliche Gebilde. Auch Störspannungen z.B. vom Monitor können in das Kabel eingestrahlt werden. Aus diesem Signal und dem Störspannungsgemisch muß die Floppy nun die für sie relevanten Daten wieder zusammensetzen. Dabei hilft ihr ein Baustein, der 74 LS 14. Er enthält intern sechs Schmitt-Trigger. Das sind elektronische Schaltungen, die aus verschliffenen Impulsen wieder schöne Rechteck-Signale formen. Der IC schaltet ab einer gewissen Spannung um und beseitigt so die unschönen Impulse. Allerdings invertiert er auch den Datenstrom, so daß aus einer 1 eine 0 wird und umgekehrt. Durch Nachschalten eines zweiten Inverters wird die Umkehrung wieder aufgehoben. Dadurch, daß dieser IC direkt am Eingang des seriellen Busses sitzt, übernimmt er auch noch eine Schutzfunktion. Er brennt bei einem Kurzschluß durch und schützt die wesentlich teurere VIA. Leider ist dieser Chip auch

eingelötet, so daß das Austauschen nicht ganz so einfach ist. Ein Defekt dieses Chips äußert sich folgendermaßen: Das Laufwerk verhält sich zwar nach dem Einschalten wie gewohnt, aber mit dem Rechner läßt sich keine Verbindung zur Floppy aufnehmen. Es erscheint die Fehlermeldung »DEVICE NOT PRESENT ERROR« oder es folgt ein Computerabsturz.

Jetzt ist es an der Zeit, den Lötkolben anzuwerfen. Löten Sie bitte an IC UA1 den 74 LS 14 aus und setzen Sie eine Fassung ein. Das IC ist relativ billig, so daß Sie ruhig zwei Stück davon kaufen können. Das nicht gebrauchte IC sollten Sie mit Isolierband irgendwo innen am Floppy-Gehäuse befestigen. Falls das neu eingesetzte wieder mal seinen Geist aufgeben sollte, haben Sie den Ersatz ohne großes Suchen sofort bei der Hand. Der Baustein kann z.B. schon dann durchbrennen, wenn Sie bei eingeschaltetem Computer und eingeschalteter Floppy das serielle Kabel abziehen.

Besitzer eines Floppy-Speeders mit parallelem Kabel haben ganz andere Sorgen. Wenn sich bei ihnen die Floppy nicht mehr ansprechen läßt, ist meistens die VIA in der Floppy oder die CIA im C 64 defekt. Diese ICs sind wesentlich teurer. Sie haben aber den Vorteil, in den meisten Fällen gesockelt zu sein. Der Austausch ist dann sehr einfach. Denken Sie bitte daran, daß es sich um CMOS-Bausteine handelt: Berühren Sie nicht die Beinchen mit den Fingern. Bei uns in der Redaktion ist eine CIA schon beim Fotografieren durch das Halten mit bloßen Fingern kaputtgegangen. Wenn Sie sich einen solchen Baustein auf Lager legen wollen, sollten Sie ihn in dem schwarzen Schaumstoff steckenlassen und ihn nicht zu Demonstrationszwecken herausnehmen.

Eine Gabellichtschranke ist nicht fürs Essen da

Zur Erkennung des Schreibschutzes einer Diskette befindet sich vorne links in der Floppy eine sogenannte Gabellichtschranke.

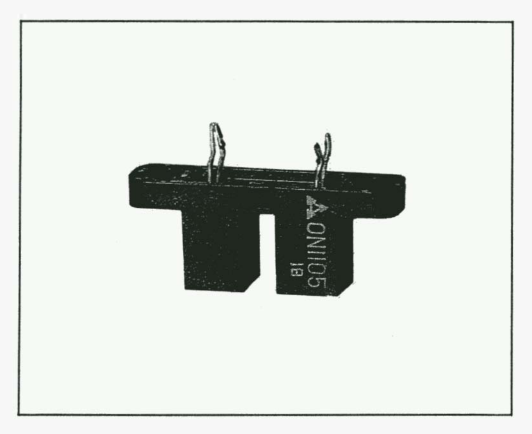


Bild 10.8: Sender und Empfänger stehen sich direkt gegenüber

Diese besteht aus einer Infrarot-LED mit dazugehörigem Empfänger. Beide Halbleiter-Bausteine sind in Form einer Gabel mit zwei Zinken in einem Plastikträger untergebracht. Schiebt man nun eine Diskette in das Laufwerk, so wird der unsichtbare Lichtstrahl (infrarot) kurz unterbrochen und der Computer in der Floppy erkennt, daß ein Diskettenwechsel stattgefunden hat. Bleibt der Lichtstrahl auch nach dem Einlegen unterbrochen, so ist die Diskette schreibgeschützt. Auf sie kann dann nur lesend zugegriffen werden. Ist nun die Sende-LED defekt, wird der Empfänger nicht mehr beleuchtet und es lassen sich mit dem Laufwerk nur noch Disketten lesen, aber nicht mehr beschreiben.

Abhilfe ist möglich, indem man die defekte LED ausbaut und durch eine rote LED ersetzt. Dies hat den Vorteil, daß man ihre Funktion sofort erkennen kann. Noch ein kleiner Tip: Wenn Sie Ihre Disketten vor einem versehentlichen Schreibzugriff schützen wollen, müssen Sie die Schreibschutzkerbe mit einem undurchsichtigen Aufkleber verschließen. Tesafilm z.B. läßt infrarotes Licht passieren und der Schutz ist wirkungslos.

O Graus – Mechanik!

Wie alle mechanischen Geräte, bedarf auch die Floppy der regelmäßigen Wartung. Es sind zwar vom Gerätehersteller keine Wartungsintervalle, so wie beim Auto, angegeben, aber etwas Pflege wäre nicht schlecht. Aber seien Sie vorsichtig beim Arbeiten an der Floppy. Wem ist es noch nicht passiert, daß man eine harmlose Schraube gelöst hat und plötzlich fliegt sie und noch ein anderes Teil weg, das man nicht einmal gesehen hat? Jetzt beginnt eine hektische Suche auf dem Fußboden, nach einem kleinen unbekannten Teil, nur weil man eine kleine Feder übersehen hat, die das andere Teil wegschleuderte. Also Vorsicht! Lieber dreimal nachsehen, ob auch keine Feder unter der Schraube sitzt. Versuchen Sie auch nicht, mit ungeeignetem Werkzeug in der Mechanik Ihrer Floppy herumzudoktern. Sehr schnell sind einige Teile irreparabel beschädigt.

Wartung der 1541

Da die Floppy auch mechanische Komponenten aufweist, gehört zu ihrer einwandfreien Funktion auch die regelmäßige Wartung. Wie Ihr Auto braucht sie etwas Pflege. Entstauben Sie sie ruhig öfter einmal. Durch die Lüftungsschlitze gelangen leicht Fremdkörper in das Laufwerk. Sie müssen entfernt werden. Nun brauchen Sie nicht jede Woche Ihr Laufwerk völlig zu zerlegen, um eine einwandfreie Funktion zu erhalten. Einmal im Jahr oder bei sehr häufigem Gebrauch oder wenn Ihre Computeranlage in einer sehr staubigen Umgebung untergebracht ist, jedes Vierteljahr, sollten Sie schon zum Schraubendreher greifen. Besonders, wenn sich die Anlage in Ihrem Schlafzimmer befindet, werden Sie jede Menge Flusen in dem Laufwerk finden.

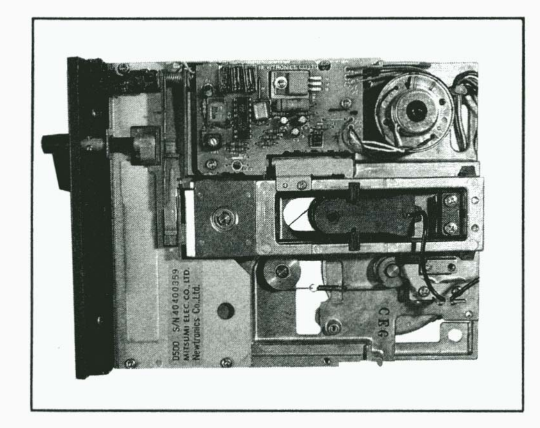


Bild 10.9: Die Mechanik der 1541

Zu den regelmäßigen Wartungsarbeiten sollte die Reinigung des Schreib-Lese-Kopfs gehören. Diesen können Sie einmal mit einer Reinigungsdiskette säubern oder aber ihn mit einem mit Isopropanol (erhalten Sie in Ihrer Apotheke) angefeuchtetem, fusselfreiem Tuch vorsichtig abwischen. Verwenden Sie keine metallischen Gegenstände, um besser an ihn heranzukommen. Wenn Sie erst einmal einen Kratzer auf ihn gemacht haben, können Sie auch gleich darangehen und ihn austauschen. Falls Sie dann noch Daten einlesen können, haben Sie zwar Glück gehabt, aber nur im ersten Moment. Die Disketten werden dadurch sehr schnell abgerieben und verlieren ihre Informationen. Die Lebensdauer der Disketten sinkt beträchtlich.

Auch das Entstauben des Laufwerks gehört dazu. Haben sich erst einmal so viel Staub und Flusen in der Floppy angesammelt, daß sie ihre Funktion aufgekündigt hat, ist das Reinigen sehr viel mühsamer.

Ein paar Tropfen Öl auf die Führungsrollen machen Ihre Floppy sehr viel leiser. Nehmen Sie nur hochwertiges Öl, z.B. Nähmaschinenöl, und seien Sie sparsam im Gebrauch. Denken Sie immer daran: Ihre Floppy läuft mit Strom und besitzt keinen Dieselmotor, der Öl zum Laufen braucht.

Achten Sie auch auf Geräusche aus dem Netztransformator. Wird er übermäßig warm? Es könnte die Isolation zwischen zwei Drähten durchgebrannt sein. Dann muß der Trafo ausgetauscht werden.

Diese Wartungsarbeiten sollten Sie einmal im Vierteljahr durchführen. Ihre Floppy wird es Ihnen mit einwandfreier Funktion ihrerseits danken.

KAPITEL 11

Beschleunigung tut not

Floppy-Beschleuniger

Wer hat sich noch nicht über die langsamen Diskettenzugriffe des C 64 geärgert. Egal, ob man mal eben ein Spiel laden oder seine Dateiverwaltung auf den neuesten Stand bringen will, immer ist eine kleine Kaffeepause angesagt. Als erstes wird man also mit einen Floppy-Speeder liebäugeln. Dabei sind zwei Arten von Speedern zu unterscheiden:

1. Software-Speeder
2. Hardware-Lösungen

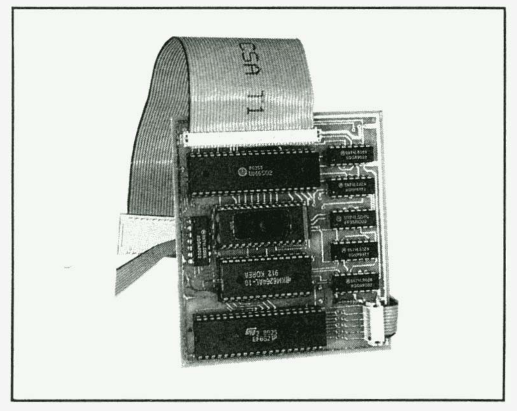


Bild 11.1: Ein Hardware-Speeder

Beide Methoden haben sowohl Vorteile als auch Nachteile. Die Software-Speeder können aus bestimmten Gründen nicht die Übertragungsgeschwindigkeit der Hardware-Speeder erreichen. Sie sind nach dem Laden eines Programms nicht mehr im Speicher. Sie besitzen aber den Vorteil, daß sie keinen Eingriff in den Computer vornehmen müssen.

Die Hardware-Speeder erreichen sehr hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten und sind immer präsent. Sie besitzen aber die Nachteile, daß sie einen Eingriff in die Hardware erfordern und nicht mit allen Programmen kompatibel sind.

Seriell oder parallel?

Normalerweise verläuft die Datenübertragung vom C 64 zur Floppy über das serielle Kabel. Dabei werden die Daten einzeln Bit für Bit von der Floppy zum Computer oder umgekehrt 'rübergeschaufelt. Die dazu nötige Routine ist im Betriebssystem verankert. Man kann sich nun leicht vorstellen, daß diese Art der Übertragung langsamer ist, als wenn man die Bits nicht einzeln, sondern parallel, immer acht Bit oder ein Byte,

gleichzeitig zur Floppy schicken würde. Weiterhin ist das Übertragungsprotokoll des Computers sehr aufwendig, was die Geschwindigkeit natürlich auch negativ beeinflußt. Dies machen sich die Software-Speeder zunutze, indem sie ein eigenes Protokoll benutzen. Die Hardware-Speeder arbeiten mit einem Parallelkabel um die Übertragungsrate zu steigern. Dazu müssen aber einige Umbauten sowohl an der Floppy als auch am Computer vorgenommen werden. Sie erreichen dank dieser Umbauten aber auch Geschwindigkeiten in der Größenordnung von ca. 100 Blöcken in der Sekunde. In den meisten Fällen wird beim Umbau nur das Betriebssystem gewechselt, eine neue Routine leitet jetzt die Daten vom seriellen Port zum User-Port um. Dazu muß das ROM mit dem Betriebssystem ausgelötet und durch ein EPROM ersetzt werden. Weiterhin wird am User-Port ein Flachbandkabel angesteckt und zur VIA in der Floppy geführt. Damit ist der User-Port für die Leitung zum Drucker in den meisten Fällen wohl verloren. Das Betriessystem für die Floppy muß natürlich auch geändert werden. Für das Flachbandkabel ist in der Floppy natürlich kein Stecker vorgesehen, so daß ein kleiner Schlitz in das Floppy-Gehäuse gefeilt werden muß. Doch wie baut man so eine Erweiterung ein?

Ein Speeder muß her!

Da liegt er nun, der Einbau-Speeder. Jetzt muß er nur noch eingebaut werden. Nach Öffnen des C 64 muß als erstes das Betriebssystem ausgelötet werden. Besitzen Sie einen EPROMer, so sollten Sie sich zuerst das Betriebssystem auf ein EPROM brennen. Kopieren Sie zunächst das Betriebssystem auf eine Diskette. Das geht mit folgenden Befehlen:

```
POKE 43,0: POKE 44,224: POKE 45,255: POKE 46,255:
SAVE „ALTROM",8
```

Das Betriebssystem kann nun in ein EPROM gebrannt werden. Da jetzt nichts mehr schiefgehen kann, wird nun der Lötkolben angeheizt, die Pins des entsprechenden ROMs werden abgekniffen und einzeln ausgelötet. Nach Einsetzen einer Fassung kann das gebrannte EPROM eingesetzt und der Rechner eingeschaltet werden. Er muß sich normal verhalten. Jetzt kann es an den Einbau des Floppy-Speeders gehen. Da der Einbau von Speedern unterschiedlicher Hersteller bis auf Kleinigkeiten immer gleich verläuft, wird hier das System von »Dolphin DOS« vorgestellt. Leider wird dieser Speeder nicht im Fachhandel angeboten, aber der Einbau ist vom Prinzip her immer gleich. Hier, wie auch bei den meisten anderen Speedern, ist das Original-Betriebssystem zusätzlich zu dem neuen in dem EPROM vorhanden. Mit einem Schalter kann man dann zwischen den beiden Systemen wählen. Dies ist sehr wichtig, da manche Programme nicht mit dem Hardware-Speeder zusammenarbeiten. In diesem Fall schaltet man einfach auf das Original-System zurück. Bevor man eine Fassung für das Original-ROM (U4) einlötet, sollte man sich die Speeder-Version genau ansehen. Ist das EPROM auf eine Adapter-Platine gelötet? Dann darf keine Präzisionsfassung eingebaut werden, da hier die Stifte

nicht gut passen. Sie sind zu dick. Man kann aber auch, wie wir es hier realisiert haben, eine Präzisionsfassung an die Stifte löten. Jetzt muß nur noch ein Loch für den Schalter in den C 64 gebohrt werden. Dann wird der Computer wieder mit allen Steckern versehen und eingeschaltet. Je nach Stellung des Schalters erscheint entweder die normale Einschaltmeldung oder der Hinweis, daß »Dolphin DOS« aktiv ist.

Auf zur Floppy

Um die Floppy für die parallele Datenübertragung vorbereiten zu können, muß als erstes der Mikroprozessor ausgelötet werden. An seiner Stelle wird eine Fassung eingebaut. Wenn Sie sich nicht zutrauen, die CPU auszulöten, können Sie es bei einer Fachwerkstatt vornehmen lassen. Aber es geht auch einfacher. Knipsen Sie einfach die Beinchen der CPU durch und löten Sie sie einzeln aus. Die CPU läßt sich jetzt nicht mehr verwenden. Ein neuer IC (6502) kostet nur knapp 10 Mark. Den müssen Sie natürlich nun kaufen. Der Besuch einer Fachwerkstatt ist aber wesentlich teurer und Sie haben auch keine Garantie, daß die CPU unbeschädigt entfernt werden kann. In die Fassung, in der vorher der Mikroprozessor war, wird nun ein Stecker eingesetzt und über ein 40poliges Flachbandkabel mit einer Zusatzplatine verbunden. In diese kommt die CPU. Die Zusatzplatine enthält auf einer Größe von 10 mal 9 cm ein EPROM mit dem neuen Betriebssystem, einen Port-Baustein, ein RAM und die CPU. Mit einem Schalter kann auf das neue Betriebssystem umgeschaltet werden. Die Platine muß in die Floppy eingebaut werden. In den neueren Laufwerken ist das Platzangebot allerdings nicht besonders groß. Mit etwas Geschick und viel Fummelarbeit kann die Platine aber unter dem Laufwerk in der 1541-II befestigt werden. In die Floppy wird ein Loch für den Schalter gebohrt und ein kleiner Schlitz für das Flachbandkabel gefeilt. Dann kann das Gerät wieder geschlossen werden. Das Flachbandkabel wird zum User-Port geführt und das serielle Kabel wird normal angeschlossen. Der erste Testlauf kann beginnen.

Ist sie wirklich schneller?

Beim Einschalten muß sich der C 64 je nach Stellung der Schalter mit seinem normalen Einschaltbild oder mit dem »Dolphin DOS« melden. Mit dem Schalter in der Floppy können Sie auch zwischen dem Dolphin-DOS-Betriebssystem und dem normalen Betriebssystem wählen. Sie können das mit dem Befehl »@« direkt abfragen. Schalten Sie beide Systeme auf den Speeder um. Die Floppy müssen Sie nach dem Betätigen des Schalters einmal kurz aus und wieder einschalten, damit das neue Betriebssystem sich initialisieren kann. Zum Testen benutzen Sie am besten die dem Speeder beigelegte Diskette. Kopieren Sie einfach eine Diskette mit dem neuen Betriebssystem. Sie werden

staunen, wie flott das nun geht. Aber es kann auch der Fall eintreten, daß Sie die Meldung »Kabel !« erhalten. Dann ist meistens die CIA im C 64 defekt. Die Übertragung läuft nur über das serielle Kabel und von einer Geschwindigkeitssteigerung ist keine Spur mehr. Auch im normalen Betrieb kann es passieren, daß plötzlich die parallele Übertragung nicht mehr funktioniert. Aber kein Grund zur Panik! In den meisten Fällen ist nur der Schnittstellenchip defekt. Das kann sowohl die CIA im C 64 (ein 6526) als auch die CIA auf der Erweiterungsplatine (ein 6821) in der Floppy sein. Dies ist auch der häufigste Fehler, wenn Sie Floppy-Speeder anderer Firmen eingebaut haben. Arbeiten Sie plötzlich nur noch mit normaler Übertragungsgeschwindigkeit, ist in 99 Prozent aller Fälle einer der beiden CIAs oder VIAs defekt. Es gibt auch Speeder, die mit dem freien Port der VIA 6522 in der Floppy zusammenarbeiten. Sie ist im Fehlerfall auch äußerst verdächtig. Ist sie gesockelt, sollte sie auf Verdacht erst einmal getauscht werden. Anderenfalls müssen Sie alle anderen Fehlerquellen ausschließen. Überprüfen Sie als nächstes das parallele Kabel. Durch das Einklemmen im Floppy-Gehäuse kann sehr leicht eine Ader brechen. Sind Sie nicht sicher, vergewissern Sie sich mit dem Leitungstester aus dem Kapitel 21, ob alle Leitungen in Ordnung sind. Ist auch nur eine Leitung unterbrochen, kann der Speeder nicht arbeiten. Tauschen Sie dann das Kabel aus und die Daten können wieder mit größter Geschwindigkeit über die Leitungen flitzen.

Speeder im Modul

Als dritte Möglichkeit existiert noch ein Zwitter zwischen den beiden eben vorgestellten Beschleunigern. Dieser verbindet den leichten, aber lästigen Einsatz des Software-Speeders, der ja immer wieder neu nachgeladen werden muß, mit der ständigen Einsatzbereitschaft des Hardware-Speeders.

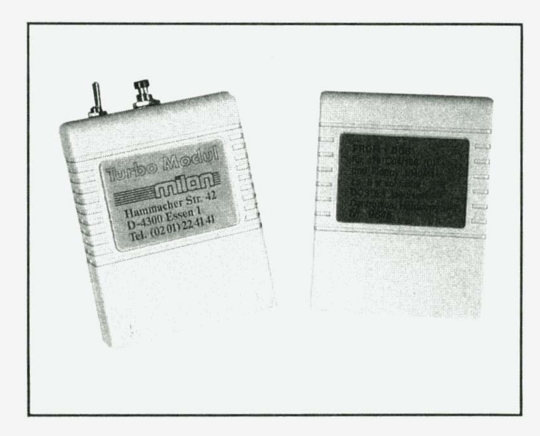


Bild 11.2: Modul-Speeder

Um dieses Wunderding zu realisieren, ist aber wieder Hardware nötig. Die Beschleunigung wird softwaremäßig realisiert. Das dazu notwendige Programm ist aber in einem EPROM enthalten. Es muß jetzt also nicht ständig ein Programm vorneweg geladen werden, um in den Genuß eines Speeders zu gelangen. Alle diese Dinge sind jetzt in einem Modul enthalten, das einfach in den Expansion-Port gesteckt wird.

Beim Einschalten fragt der C 64 den Port ab, ob ein Modul eingesteckt ist. Dieses übernimmt dann die Kontrolle über den Computer. Er meldet sich jetzt mit der typischen Einschaltmeldung des neuen Systems. Gleichzeitig sind jetzt auch die Funktionstasten des C 64 mit neuen Befehlen belegt. Das Arbeiten mit dem Rechner geht nun viel flotter von der Hand. Für das Laden des Inhaltsverzeichnisses einer Diskette ist nun nur noch ein Tastendruck erforderlich. Auch die Beschleunigungszeiten beim Laden und Speichern können sich sehen lassen. Zwar kann man nie die Geschwindigkeit einer parallelen Übertragung erreichen, da die Hardware des Systems ja nicht geändert wird und die Daten immer noch über die serielle Leitung flitzen, aber die Software macht eine sagenhafte Beschleunigung möglich. Dabei ist der Einbau denkbar einfach. Das Modul wird bei ausgeschaltetem Computer in den Expansion-Port gesteckt. Alle Verbindungen bleiben erhalten. Nach dem Einschalten des Rechners ist der neue Speeder sofort aktiv. Wählen Sie nur ein System, das sich auch am Modul ausschalten läßt. Da einige Spiele unerlaubte Opcodes enthalten, kann es vorkommen, daß diese Software sich nicht mit dem Modul verträgt und deshalb das Programm abstürzen läßt. Mit dem Schalter am Modul läßt sich das neue Betriebssystem abschalten. Jetzt kann das Spiel wie üblich mit dem normalen Betriebssystem des C 64 laden. Mit GEOS läuft übrigens kein Speeder. Da GEOS ein eigenes Betriebssystem besitzt, schaltet es automatisch beim Booten fremde Systeme ab. Der Geschwindigkeitsvorteil eines Speeders läßt sich also von GEOS aus nicht nutzen. Hier hilft nur eine Speichererweiterung.

KAPITEL 12

Die Neuen

Neue Floppy-Versionen zum C 64

Inzwischen gibt es mehrere Versionen der verschiedensten Floppies für den C 64. Sind sie wirklich besser als das erste Modell? Sie sind zwar kleiner und handlicher als die 1541, aber es können immer noch einige der alten Fehler auftreten. Die Wärmeprobleme der 1541 haben die Entwickler von Commodore gut in den Griff bekommen. Dejustage durch übermäßige Erwärmung des Schreib-Lese-Kopfs kann nicht mehr auftreten. Doch es sind immer noch Schwachstellen in den Geräten vorhanden.

Die neue Version der 1541

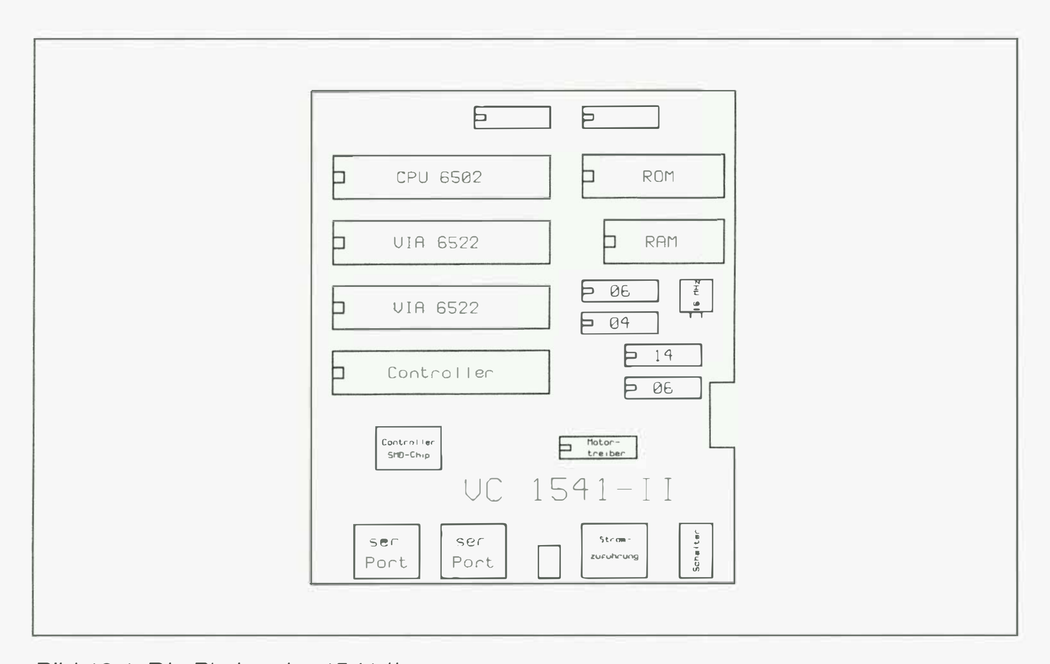


Bild 12.1: Die Platine der 1541-II

Die 1541-II ist bei gleicher Leistung in einem nur ein Drittel so großen Gehäuse wie ihre Vorgängerin, die 1541, untergebracht. Den größten Platz nimmt die Laufwerkmechanik ein. Die Elektronik ist auf einer kleinen Platine ganz unten im Gehäuse untergebracht. Durch den Einsatz von höher integrierten ICs und verbesserten Motoren konnte der Stromverbrauch um einiges gesenkt werden. Die 1541-II enthält nur noch 14 ICs und keine einzelnen Transistoren, während ihre Vorgängerin es auf 22 ICs und etliche Transistoren brachte. Die gesamte analoge Signalverarbeitung und Datenaufbereitung

ist nun in dem kleinen quadratischen SMD-IC untergebracht. Um kompatibel zur 1541 zu bleiben, wurden größtenteils die gleichen Bausteine verwendet. Da die Ein- bzw. Ausgangsschaltung zum seriellen Bus genauso übernommen wurde, können auch die gleichen Fehler wie bei der alten Version auftreten. Besonders die ICs U7, ein 7406, und U14, ein 74 LS 14, sind wie bei der alten Version gefährdet. Sie haben direkten Kontakt zum seriellen Bus. Wenn Sie nur einmal das serielle Kabel im Betrieb ein- oder ausgesteckt haben, kann es für diese ICs schon zuviel gewesen sein. Ihr Laufwerk läßt sich dann nicht mehr ansprechen. Wie schon erwähnt, ist die Floppy durch den eingebauten Mikroprozessor ja intelligent. Sie bekommt nur ihre Befehle vom C 64 und erledigt ihre Arbeit dann selbständig. Ist die Datenübertragung zum Computer gestört, kann sie weder Befehle noch Daten entgegennehmen oder senden. Diese beiden ICs müssen ausgetauscht werden. Dazu wird als erstes das Gehäuse geöffnet. Entfernen Sie alle Kabel von der Floppy. Nach Lösen der unteren vier Schrauben läßt sich der Deckel leicht abheben. Um an die Platine heranzukommen, ist die Laufwerkmechanik auszubauen. Ziehen Sie den Knebel vorne ab. Die Mechanik ist mit weiteren vier Schrauben an den Gehäusewänden befestigt. Legen Sie die Schrauben gut weg, da sie die Eigenschaft haben, auf Nimmerwiedersehen zu verschwinden. Markieren Sie alle Steckverbindungen mit einem Filzstift, damit Sie die Stecker beim Zusammenbau auch wieder richtig herum aufstecken können. Legen Sie dann die empfindliche Laufwerkmechanik zur Seite. Sie kann keine heftigen Stöße vertragen. Die Platine liegt nun vor Ihnen. Sie ist mit drei Schrauben am Gehäuseboden befestigt. Nach Entfernen dieser Schrauben kann die Platine vorsichtig herausgehoben werden. Wie bei Commodore üblich, sind die defekten ICs natürlich nicht gesockelt, warum auch? Verwechseln Sie nicht IC U7 mit IC U1. Dieser dient zur Ansteuerung des Steppermotors für die Kopfbewegungen. Beim Ausbau kann nur die Zange helfen, d.h. alle Pins bei den entsprechenden ICs abkneifen und einzeln auslöten. Setzen Sie nun auf jeden Fall eine Präzisionsfassung ein. Nach dem Einstecken der neuen ICs erfolgt der Zusammenbau in umgekehrter Reihenfolge. Achten Sie peinlich genau darauf, daß Sie keine Schrauben, Drahtstückchen etc. zwischen Platine und Abschirmblech »vergessen«. Diese können Kurzschlüsse verursachen und großen Schaden an der Hardware anrichten. Achten Sie beim Anschluß der Steckverbinder auf deren richtige Lage. Nach dem ordnungsgemäßen Zusammenbau kann das Laufwerk wieder in die Computeranlage integriert werden.

Bedingt durch die geringe Stromaufnahme, wird das ausgelagerte Netzteil, die größte Wärmequelle in der alten Version, kaum noch einen Fehler aufweisen. In der 1541 traten nach längerem Betrieb, durch die Erwärmung, Schreib-Lese-Fehler auf. Diesen Fehler kann bei der 1541-II nicht mehr auftreten. Bekommt die Floppy aber keinen Strom, so muß nicht in jedem Fall das Netzteil defekt sein. Anfällig ist nämlich die Stromzuführungsbuchse. Wird der Stecker oft ein- und ausgesteckt, können durch die mechanische Belastung die Leiterbahnen an der Buchse brechen. Dieser Fehler läßt sich durch einfaches Nachlöten der Anschlüsse aber leicht beheben. Das Netzteil selbst ist vergossen, so daß bei einem eventuell auftretenden Fehler ein Komplettaustausch nötig wird. Der Ein-/Aus-Schalter der Floppy befindet sich hinten am Laufwerk. Dadurch ist das

Netzteil ständig in Betrieb. Am einfachsten ist es, eine schaltbare Steckdosenleiste zu verwenden, mit der alle Geräte der Computeranlage gleichzeitig ein- und ausgeschaltet werden können.

Die Geräteadresse läßt sich bei der 1541-II sehr leicht durch Verstellen der DIP-Schalter hinten am Gehäuse ändern.

DIP-Schalterstellung

1	2	Adresse
oben	oben	8
unten	oben	9
oben	unten	10
unten	unten	11

Mehr Speicher für den C 128

Speziell für den C 128 hat Commodore zwei Laufwerke konzipiert. Sie haben beide eine schnellere Datenübertragungsrate und unterscheiden sich nur in der Speicherkapazität. Die 1570 besitzt nur einen Schreib-Lese-Kopf und kann deshalb auch nur eine Diskettenseite beschreiben bzw. lesen. Die 1571 hat dagegen zwei Köpfe und beschreibt beide Diskettenseiten. Nach einer Formatierung erscheint jetzt bei Aufruf des Directorys die Meldung: »1328 BLOCKS FREE«. Der »HEADER«-Befehl ist aber auch sehr gefährlich. Benutzen Sie öfters zweiseitige Disketten und wollen nur eine Seite formatieren, sollten Sie im 64er-Modus arbeiten, sonst sind beide Seiten formatiert und eventuell auf der zweiten Seite befindliche Daten unwiederbringlich verloren. Durch seine zwei Köpfe reagiert dieses Laufwerk sehr empfindlich auf Erschütterungen. Die obere Kopfhalterung bricht sehr schnell. Beim Transport sollte deshalb immer die mitgelieferte Pappscheibe in die Floppy eingesetzt werden. Lassen Sie auch nie den Knebelverschluß »hochknallen«. Sonst haben Sie aus der 1571 bald eine 1570 gemacht.

Das schnellere Übertragungsprotokoll funktioniert allerdings nur mit einem 6poligen seriellen Kabel. Besitzen Sie nur ein 5poliges Kabel, so wird die Floppy immer in den langsameren Modus geschaltet. Der C 128 schickt nämlich immer vor Beginn einer Datenübertragung über eine Extraleitung einen »Fast«-Befehl. Die 1541 versteht diesen Befehl nicht und reagiert deshalb nicht darauf. Die anderen beiden Floppies senden eine Kennung zurück und jetzt erst beginnt die schnelle Übertragung. Kommt keine Antwort, so glaubt der C 128 eine 1541 vor sich zu haben und schaltet in den langsameren Modus zurück.

Besitzer eines 128 D kennen solche Probleme nicht. Bei ihnen ist das Laufwerk natürlich richtig angeschlossen. Dafür können Probleme auftreten, wenn der Computer öfters transportiert wird. Die Steckverbindungen sind nicht die besten und können sich

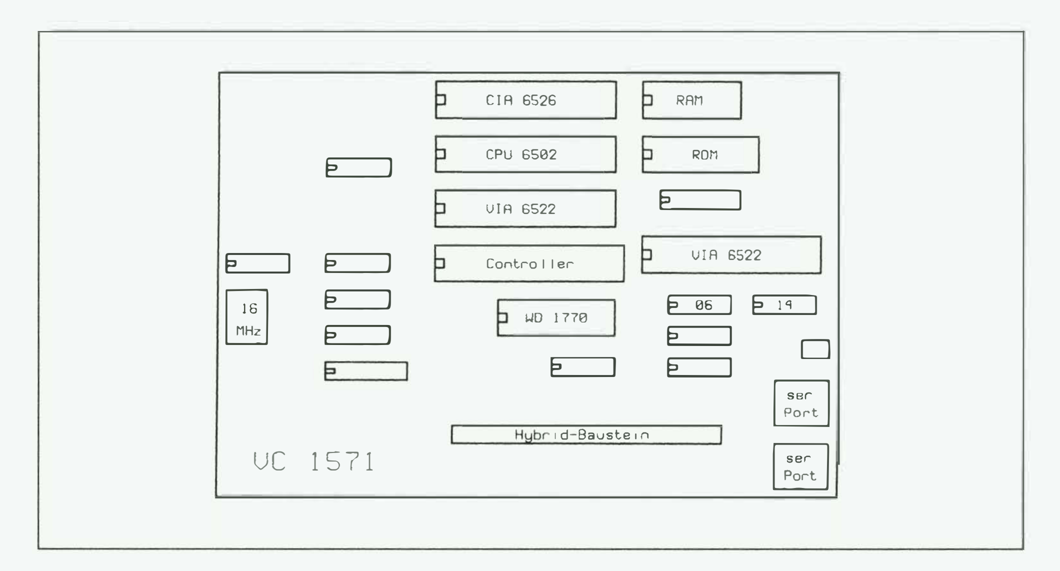


Bild 12.2: Die Platine der 1571

losrütteln. Der Fehler tritt dann urplötzlich auf. Disketten lassen sich nicht mehr formatieren, manchmal meldet die Floppy »FILE NOT FOUND«, obwohl das Directory einwandfrei lesbar und das entsprechende File auf der schwarzen Scheibe ist. Um diesem Übel abzuhelfen, ist der 128 D zu öffnen. Alle Steckverbindungen zum Laufwerk sind abzuziehen und wieder aufzustecken. In den meisten Fällen ist der Fehler behoben. Lassen sich einige Verbindungen sehr leicht lösen, so müssen Sie die Pins auf der Platine etwas verbiegen, bis der Stecker wieder einen festen Halt bekommt.

Die Platine der 1571 ist schon etwas größer als die in der 1541-II. Sie besitzt für die schnellere Datenübertragung einen 6526 zusätzlich zu den beiden VIAs. Klappt trotz eines 6poligen Kabels die schnellere Datenübertragung nicht mehr, sollten Sie die CIA austauschen. Auch die beiden Treiber-Bausteine 74 LS 14 und 7406 sind, da sie direkten Kontakt zur Außenwelt haben, sehr gefährdet. Tritt also der oben bei der 1541-II beschriebene Fehler auf, so sind diese Bausteine zu wechseln. Genau wie bei der 1541-II, muß dazu das gesamte Laufwerk zerlegt werden. Im mechanischen Aufbau sind sich diese doch sonst unterschiedlichen Geräte sehr ähnlich. Bei der 1571 ist allerdings noch zusätzlich das Netzteil auszubauen. Das Abschirmgehäuse besitzt zwei Massekabel aus dickem Kupfergeflecht. Diese sind beim Zusammenbau unbedingt wieder anzuschließen. Ganz besonders wichtig ist es bei der 1571 mit dem Schaltnetzteil. Es erzeugt so viele Störungen beim Betrieb, daß eine vernünftige Arbeit mit der Floppy nicht mehr möglich ist. Das Laufwerk reagiert auch sehr empfindlich auf Störfelder von außen. Gerade der Monitor oder Fernseher ist ein Störsender ersten Ranges. Wird die Floppy zu dicht daneben postiert, so kann sie ihre Arbeit einstellen. Sie findet dann keine Dateien mehr. Die Fehler sind ähnlich wie bei einem dejustierten Schreib-Lese-Kopf. Bevor Sie sich also

an die Neujustage des Laufwerks begeben, sollten Sie erst den Abstand zwischen Floppy und Monitor überprüfen und gegebenenfalls vergrößern.

Genau wie bei der 1541-II, läßt sich bei den beiden Laufwerken die Geräteadresse hardwaremäßig mit zwei DIP-Schaltern auf jede gewünschte Adresse zwischen 8 und 11 umstellen. Dies ist sehr wichtig, falls Sie zwei Floppies gleichzeitig am seriellen Bus betreiben wollen. Haben nämlich beide Laufwerke die gleiche Adresse, kommt es zum Absturz des gesamten Systems.

Kein Strom?

Was aber ist zu tun, wenn die Floppy gar nichts mehr von sich gibt? Dieser »worst case«, deutet fast immer auf ein defektes Netzteil hin. Die Einzellaufwerke 1570 und 1571 besitzen ein eingebautes Netzgerät.

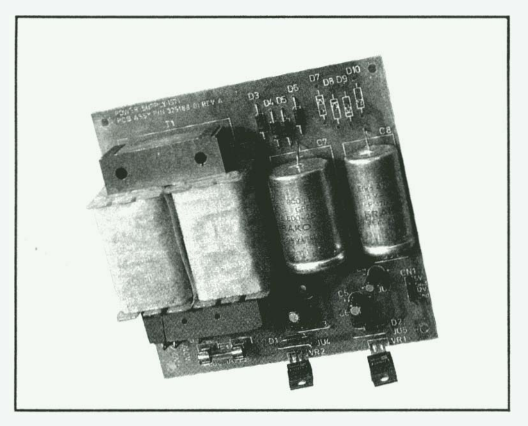


Bild 12.3: Linear geregeltes Netzteil

Doch Commodore wäre nicht Commodore, wenn die Entwickler nicht zwischenzeitlich wieder Änderungen an den Floppies vorgenommen hätten. In der einen Version findet ein normales linear geregeltes Netzteil Verwendung, während in der zweiten ein Schaltnetzteil eingesetzt wurde. Obwohl den Laufwerken von außen kein Unterschied anzusehen ist, bringt das linear geregelte doch einiges an Gewicht mehr auf die Waage. Dies liegt an dem Transformator, der durch seinen Eisenkern das Gesamtgewicht in die Höhe treibt. Beide Netzteile sind, um Störungen für die empfindliche Floppy-Elektronik zu vermeiden, in einem Abschirmkäfig untergebracht. Das wesentlich leichtere Schaltnetzteil läßt sich mit Amateurmitteln bei einem Defekt leider nicht reparieren. Selbst Werkstätten werden einen Komplettaustausch vornehmen. Versuchen Sie nicht, bei dieser Version das Blechgehäuse zu öffnen. An einigen Bauteilen können noch gefährlich hohe Spannungen (ca. 300 Volt) anliegen, obwohl das Gerät vom Netz getrennt ist.

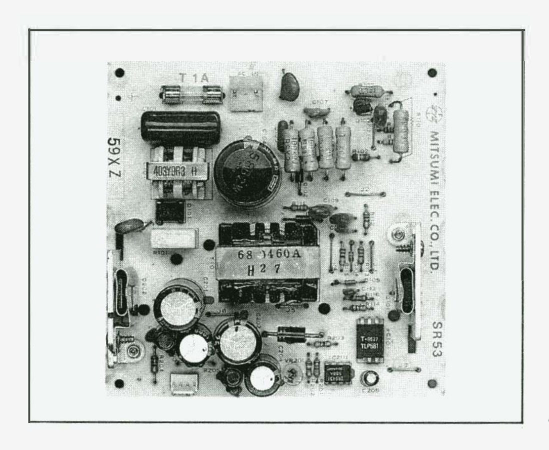


Bild 12.4: Das Schaltnetzteil

Im Abschirmkäfig des Netzteils ist alllerdings noch eine Sicherung untergebracht. An die sollten Sie aber nur herangehen, wenn Sie aufgrund Ihrer Ausbildung dazu befähigt sind. Sie müssen die Laschen des Käfigs etwas aufbiegen und können dann das obere Blech zur Seite herausziehen. Ersetzen Sie die Sicherung und bauen Sie das Gerät dann wieder zusammen. Schließen Sie die Netzspannung erst wieder an, wenn der Hochspannungskäfig geschlossen ist.

Das linear geregelte Netzteil kann aber wegen der einfacheren Elektronik wieder selbst repariert werden. Ziehen Sie immer alle Kabel ab, bevor Sie mit der Reparatur beginnen. In diesem Netzteil können keine hohen Spannungen nach dem Ausschalten mehr anliegen. Trotzdem sollten Sie vorsichtig daran arbeiten und immer den Netzstecker herausziehen. Auch hier befindet sich eine Sicherung. Sie ist primärseitig vor dem Netztransformator angeordnet und besitzt den Wert 200 mA flink. Brennt diese durch, so ist meistens ein Fehler im Netzteil vorhanden. Überprüfen Sie die Dioden. Auf den Netztransformator folgen zwei Brückengleichrichter, die aus je vier Leistungsdioden (1N 4001) zusammengesetzt sind. Diese neigen dazu, ihren Innenwiderstand im Lauf der Jahre zu erhöhen. Dies führt zu einer größeren Erwärmung der Dioden, was sie übelnehmen können. Falls eine der Dioden durchgebrannt ist, sollte sie durch einen leistungsfähigeren Typ, z.B. die 1N 5403, ersetzt werden. Die beiden eingebauten Spannungsregler sind zwar dauerkurzschlußfest, können aber dennoch ihren Geist aufgeben. Da die Floppy aber nicht soviel Strom benötigt, brauchen Sie keine leistungsstärkeren Typen einsetzen. Die normalen Versionen der Regler reichen vollkommen aus. Im Netzteil befinden sich einmal der 7805 für die Erzeugung der 5-Volt-Versorgungsspannung und zum anderen der 7812 zur Versorgung der Motoren und der dazugehörigen Leistungselektronik.

KAPITEL 13

Die Datasette VC 1530

Dieser inzwischen sehr preiswerte Datenspeicher arbeitet nach dem Prinzip eines Kassettenrekorders. Ein handelsübliches Magnetband wird an dem Schreib-Lese-Kopf vorbeigeführt. Die ankommenden Daten werden in Töne umgewandelt und dann auf das Band gespielt. Während ein normaler Kassettenrekorder alle Töne – oder besser alle hörbaren Frequenzen – auf das Band spielt, arbeitet die Datasette nur mit zwei verschiedenen Frequenzen. Eine ist dem logischen Zustand »High«, die andere »Low« zugeordnet. Beide Frequenzen werden vom Computer wieder in die entsprechenden Bits umgewandelt. Angeschlossen wird die Datasette über einen speziellen Port, dem Cassetten-Port. Dessen Leitungen gehen direkt auf den Prozessor im C 64. Über einen Anschluß wird der Motor der Datasette gesteuert. Da die CPU diesen relativ großen Strom nicht liefern kann, ist noch ein Leistungstransistor nachgeschaltet. Dieser ist japanischer Fertigung. Auf ihm steht nur D 880. Die richtige Bezeichnung lautet 2 SD 880. Aus Platzgründen werden die ersten zwei Bezeichnungen weggelassen. Brennt dieser Transistor durch, weil z.B. die Stromaufnahme der Datasette ansteigt, kann er bedenkenlos gegen einen aus deutscher Fertigung ersetzt werden. Ein BD 241 kann dessen Aufgaben genauso problemlos erfüllen.

Im durchgeschalteten Zustand des Transistors liegt an dem entsprechenden Anschluß des Cassetten-Ports eine Spannung von ca. 7 Volt an. Für die Steuerung von TTL-Bausteinen ist diese Spannung allerdings viel zu hoch. Wird dieser Ausgang für Steuerungsaufgaben verwandt, so muß über einen Widerstand und eine Z-Diode die Spannung auf ungefährliche 4,7 Volt begrenzt werden. Der Transistor kann einen maximalen Strom von 500 mA abgeben. Wenn nun durch eine fehlerhafte Kassette der Motor in VC 1530 blockiert wird, steigt dessen Stromaufnahme allerdings um einiges an. Dabei kann sowohl das Netzteil des C 64 als auch der Transistor beschädigt werden.

Genau wie die Floppy, beinhaltet die Datasette auch Mechanik und Elektronik. Hier findet sich im Inneren allerdings kein kompletter Computer. Die Elektronik besteht nur aus einem Schreib-Lese-Verstärker und einem Löschgenerator. Die Mechanik ist die gleiche, wie man sie in jedem Kassettenrekorder findet. Nur der Motor wird über den erwähnten Transistor vom C 64 gesteuert. Dadurch, daß die Elektronik sich nur auf wenige Komponenten beschränkt, ist der niedrige Preis der Datasette zu verstehen. Alle Intelligenz, die die Floppy besitzt wird, hier vom C 64 geliefert.

Deshalb ist der Rechner auch beim Betrieb mit der Datasette blockiert. Alle Zugriffe erfolgen sequentiell. Das bedeutet, daß – wie beim Kassettenrekorder alle Stücke – hier alle Programme nacheinander auf dem Band abgelegt werden. Sie sind also gezwungen, über jedes Programm genau Buch zu führen, um es hinterher auch auf dem Band wiederzufinden. Nehmen Sie deshalb auch nicht zu lange Bänder. Die Umspulzeiten sind dann unerträglich lang. Am besten haben sich die speziell für den Betrieb mit der Datasette entwickelten Bänder von nur 15 Minuten Spieldauer bewährt. Widerstehen Sie der Versuchung, teure Chromdioxidbänder für die Datenspeicherung zu kaufen. Sie sind für diesen Rekordertyp nicht geeignet. Die Datensicherheit nimmt dadurch sogar ab. Die preiswerten Eisenoxidbänder sind für die Datasette am besten geeignet. Deren Vormagnetisierung ist auf diesen Bandtyp optimal abgestimmt.

Alles auf einer Karte: die Platine des C 64

Das Fernsehstudio im C 64: VIC mit Takterzeugung

Die interne Sicherung: ohne sie kein Ton und keine Uhrzeit

Das Außenlager: die Elektronik der Floppy 1541

Die Mechanik der Floppy

Die Speichererweiterung: RAM satt

Die Platine im C128

Der EPROMer

Verwenden Sie nur Kassetten von einem Markenhersteller. Diese Kassetten sollten keine längere Spieldauer als 60 Minuten besitzen. Sonst suchen Sie sich nach einen bestimmten Programm tot. Leider weisen gerade billige Bänder sogenannte »Drop-outs« auf. Das heißt, daß an dieser Stelle die magnetische Beschichtung fehlerhaft ist. Setzen Sie nun das Band zur Aufzeichnung von Musik ein, so ist dieser Drop-out zwar störend, aber nicht weiter schlimm. Im Falle eines gespeicherten Programms wirkt sich dieser Fehler allerdings katastrophal aus. Mitten im Programm fehlen plötzlich ein paar Bits. Dieses Programm wird jetzt nicht mehr laufen.

Für die Aufbewahrung der Kassetten gilt das gleiche, wie für Ihre normalen Audio- und Videokassetten. Sie dürfen keinen Magnetfeldern ausgesetzt werden. Schützen Sie sie auch vor zu starker Sonneneinstrahlung und Staub. Da bei einer Kassette die Magnetbänder sehr dünn sind und auch sehr eng aufeinandergewickelt werden, können sich die magnetisierten Schichten auch untereinander beeinflussen. Es tritt bei monatelanger Lagerung ein Übersprechen zwischen den einzelnen Bandwickeln auf. Deshalb sollten Sie die Bänder in regelmäßigen Abständen umspulen, um Fehler bei den Daten zu vermeiden. Außerdem sollten Sie von wichtigen Programmen und Daten immer Sicherheitskopien anfertigen.

Eine Schaltung zur Programmsuche

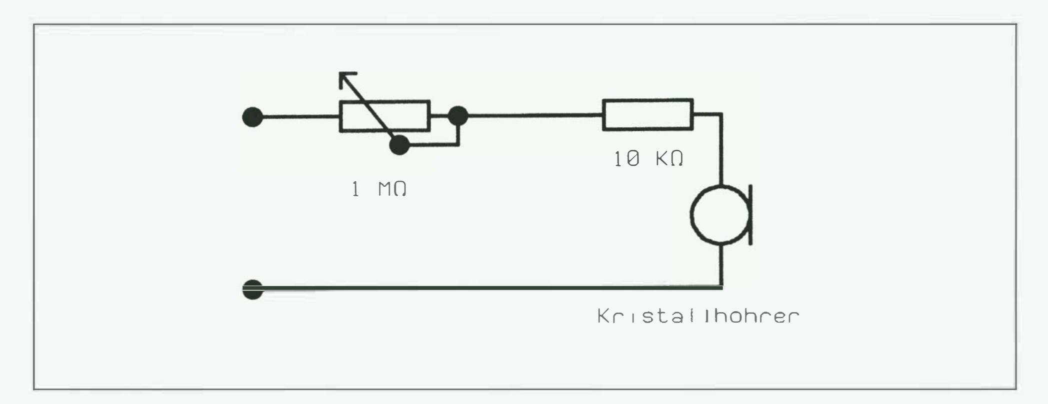


Bild 13.1: Digitale Daten hörbar gemacht

Als einzigen Bedienungskomfort besitzt die Datasette einen Bandlängenzähler. Man ist also gezwungen, sich die Nummer für den Programmanfang genau aufzuschreiben, denn ansonsten tauchen echte Probleme auf, jemals das richtige Programm wiederzufinden. Wenn man wenigstens den Ton hören könnte. Doch dafür gibt es eine Lösung. Bauen Sie die unten gezeigte kleine Schaltung auf, und nun sollte es Ihnen nicht mehr schwerfallen, zumindest den Programmanfang zu finden. Aber auch als Mithörkontrolle

sowohl beim Laden als auch beim Speichern eignet sich diese kleine Schaltung hervorragend. Sie besteht nur aus einem kleinen Verstärker, der die Töne hörbar macht. Damit Sie durch das Gepiepse nicht verrückt werden, ist ein Lautstärkeregler vorgesehen.

Pflege der Datasette

Wie jedes mechanische Gerät, braucht auch die Datasette etwas Pflege. Das häufige Auftreten eines LOAD ERRORs ist meist die Folge eines verschmutzten Tonkopfes. Diesen können Sie genau wie beim Kassettenrekorder leicht selbst reinigen. Benutzen Sie hierfür die in Drogerien angebotenen nicht fusselnden Wattestäbchen. Sie können auch ein Holzstäbchen (Zahnstocher oder ähnliches) an einer Seite mit Watte umwickeln. Nehmen Sie auf keinen Fall einen Schraubendreher oder einen anderen metallischen Gegenstand. Die Gefahr ist nicht nur, daß Sie damit die empfindliche Oberfläche des Tonkopfes verkratzen, sondern sie liegt vielmehr in der magnetischen Beschaffenheit des Materials. Schraubendreher sind häufig an der Spitze magnetisiert, um kleine Schrauben festhalten zu können. Diese Magnetisierung würde sich nun auf den Tonkopf übertragen und ihn schädigen.

Nach Öffnen des Kassettenschachtes drücken Sie nun die »PLAY«-Taste, um den Tonkopf herauszufahren. Das Wattestäbchen wird mit etwas Isopropanol angefeuchtet und damit der Tonkopf gereinigt. Der braune Schmier auf der Watte ist normaler Abrieb vom Band. Setzen Sie die Reinigung so lange fort, bis die Watte weiß bleibt. Dann reiben Sie den Tonkopf mit einem weiteren Wattestäbchen trocken. Die Andruckrolle für das Band können Sie im gleichen Arbeitsgang mitsäubern. Auch hier nehmen Sie ein mit Isopropanol getränktes Wattestäbchen. Das führen Sie nun immer über die Rolle, bis sich auf der Watte keine braunen Stellen mehr zeigen. Vergessen Sie nicht, die Rolle dabei zu drehen, um auch alle Seiten zu erwischen.

Nach längerem Gebrauch kann sich auch der Tonkopf aufmagnetisieren. Dann tritt der eben beschriebene LOAD ERROR trotz gereinigtem Tonkopf immer öfter auf. Um diesen Fehler zu beseitigen, müssen Sie eine zu kaufende Entmagnetisierungskassette einlegen und nach Gebrauchsanweisung den Tonkopf entmagnetisieren.

Die Justage

Mit diesem Hardware-Zusatz kann auch die richtige Justage des Tonkopfs überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Dazu laden Sie ein längeres Programm vom Band und achten dabei auf die Töne aus dem Lautsprecher. Ein falsch justierter Tonkopf klingt

dumpf, die hohen Töne werden nicht richtig wiedergegeben. Dabei reicht schon eine minimale Falschstellung des Kopfs, um Programme unlesbar zu machen. Oben über dem Tonkopf finden Sie an der Datasette ein kleines Loch zur Justage des Tonkopfs. Seien Sie aber bei der nun folgenden Anleitung sehr vorsichtig. Ein völlig dejustierter Kopf kann nur noch mit einem aufwendigen Meßpark wieder eingestellt werden. Drehen Sie nur sehr wenig an der Schraube. Im allgemeinen genügt schon eine halbe Umdrehung, um den Kopf wieder in die richtige Position zu bringen. Drehen Sie auf keinen Fall die Schraube ganz heraus.

Wenn Sie die Justage durchgeführt haben, kann es sein, daß Ihre zuletzt gespeicherten Programme nicht mehr ladbar sind. Versuchen Sie dann die Einstellung wieder rückgängig zu machen.

Legen Sie eine mit einem längeren Programm bespielte Kassette ein, laden das Programm mit dem C 64 bei gleichzeitig eingeschaltetem Mithörverstärker. Jetzt drehen Sie vorsichtig an der kleinen Schraube. Sie benötigen hierfür einen kleinen Kreuzschlitzschraubendreher, den Sie vorsichtig in das Loch über dem Tonkopf einführen, bis er merklich einrastet. Stellen Sie diese Schraube so ein, daß die Wiedergabe möglichst laut und mit einem deutlichen Anteil an höhen Tönen vonstatten geht. Dazu ist in den meisten Fällen nur eine minimale Verstellung der Schraube notwendig.

Falls Sie einmal ein Programm von der Kassette eines Freundes nicht lesen können, so läßt sich mit der kleinen Hilfsschaltung auch der Tonkopf an diese Kassette anpassen. Stellen Sie nur nachher wieder den alten Zustand, wie eben beschrieben, her, sonst kann der C 64 Ihre alten Programmkassetten nicht mehr lesen.

KAPITEL 14

Die Speicher-erweiterungen

Der C 64 ist von Haus aus ja nicht mit besonders viel Speicher ausgestattet. Deshalb war es besonders unter GEOS nötig, ihn mit einem Zusatzspeicher auszurüsten. Commodore trug diesem Umstand Rechnung und brachte vor einigen Jahren drei Speichererweiterungen auf den Markt. Äußerlich sind sie alle im gleichen Gehäuse untergebracht. Sie unterscheiden sich nur in der Kapazität der eingesetzten Speicher-Bausteine.

Der Anschluß an den C 64 erfolgt über den Expansion-Port. Dabei gilt es aber einiges zu beachten. Der Speicher muß so dicht wie irgendmöglich am Port betrieben werden. Jeder Zentimeter Leitung ist eigentlich schon zuviel. Deshalb läßt sich das Modul auch nicht in einer sogenannten Expansion-Port-Erweiterung betreiben. Während es im ersten Steckplatz unter Umständen noch funktioniert, gibt es im zweiten oder gar dritten Steckplatz bestimmt Schwierigkeiten mit dem Datentransfer.

Außerdem weigern sich die Speichererweiterungen hartnäckig mit den meisten Modulen zusammenzuarbeiten. Da es kaum Software gibt, die die Erweiterung nutzt, ist nur der Betrieb unter GEOS sinnvoll. Hierfür werden aber keine Module benötigt, so daß der Speicher direkt eingesteckt werden kann.

Durch den Einsatz einer Erweiterung steigt aber der Stromverbrauch des C 64 um einiges an. Man sollte überlegen, ob das Netzteil diesen zusätzlichen Strom auch ohne Probleme liefern kann. Das Original-Netzteil des C 64 ist ohnehin etwas schwach auf der Brust. Je größer die Speichererweiterung ist, d.h. je größer ihre Kapazität, desto mehr Strom zieht sie auch. Falls Sie das Original-Netzteil des C 64 besitzen, achten Sie darauf, daß es nicht zu heiß wird. Stellen Sie es so auf, daß ab und zu mal seine Temperatur überprüft werden kann. Bei längerem Arbeiten mit dem Speicher kann das Netzteil so heiß werden, daß es kaum noch anzufassen ist. Steigt die Temperatur allerdings so hoch, kann der Regler im Netzteil den erforderlichen Strom nicht mehr liefern, und er geht in seiner Ausgangsspannung zurück. Dies mag aber der C64 gar nicht. Er stellt seinen Betrieb ein. Ärgerlich ist es dann, wenn man gerade wichtige Daten im Speicher hatte. Diese sind dann unrettbar verloren. Als Abhilfe gibt es dann nur die Möglichkeit, ein neues Netzteil zu beschaffen. Setzen Sie zu diesem Zweck ein Netzteil vom C 128 ein. Bei einigen Speichererweiterungen wurde so eine Version sogar mitgeliefert. Sie können natürlich auch ein Netzteil aus eigener Fertigung verwenden. Eine Bauanleitung dazu finden Sie im Kapitel 21.

Wie schon erwähnt existiert die Speichererweiterung in drei verschiedenen Versionen:

❒ 1700
Sie besitzt eine Kapazität von 128 Kbyte.

❒ 1764
Mit einem Speicher von 256 Kbyte.

❒ 1750
Mit dem maximalen Speicher von 512 Kbyte.

Alle drei Versionen sind sich hardwaremäßig äußerst ähnlich: Sie besitzen alle die gleiche Platine, mit demselben Controller-Baustein. Dieser Controller existiert aber in zwei unterschiedlichen Ausführungen. Da ist einmal die Version im PLCC-Gehäuse. Dieses vielpolige Gehäuse besitzt, um Platz auf der Platine zu sparen, an allen vier Seiten Anschlüsse. Genau wie bei den anderen IC-Versionen, muß natürlich auch der Pin 1 entsprechend gekennzeichnet sein. Dieser Pin liegt nun nicht mehr an einer Seite des Bausteins, sondern in der Mitte der abgeschrägten Seite. Um diesen Baustein auszutauschen, versuchen Sie bitte niemals, ihn mit einem Schraubendreher aus der Fassung zu drücken. Für diesen Zweck befinden sich unter der Fassung in der Platine zwei Bohrungen, durch die sich der Baustein leicht herausdrücken läßt. Beim Wiedereinsetzen haben Sie gleich vier Möglichkeiten zur Verfügung. Drei davon sind falsch und zerstören beim Einschalten mit größtmöglicher Wahrscheinlichkeit das IC. Wie schon gesagt, befindet sich Pin 1 in der Mitte der abgeschrägten Seite. Wenn Sie sich die Fassung einmal genauer anschauen, werden Sie an der einen Seite ein Zeichen finden.

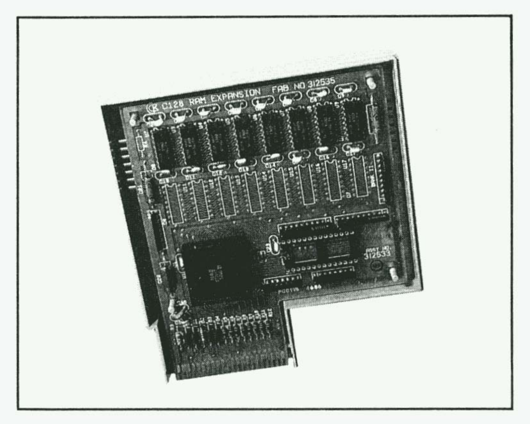


Bild 14.1: Das Foto zeigt den Controller mit der Speichererweiterung

Das IC wird nun so eingesetzt, daß die abgeschrägte Seite an dieser Kennzeichnung zu liegen kommt. Damit ist die Verwechslungsgefahr so gut wie ausgeschlossen.

Andere Speichererweiterungen sind zwar elektrisch genauso aufgebaut, beinhalten aber eine andere IC-Bauform. Diese ist elektronisch identisch zum Chip im PLCC-Gehäuse, aber in einem normalen 40-Pin-Gehäuse untergebracht.

Besitzer einer Speichererweiterung des Typs 1764 können ihren Speicher ohne große Probleme auf 512 Kbyte aufstocken. Dazu ist als erstes das Gehäuse zu öffnen. Es wird nur durch einen Plastikschnappverschluß zusammengehalten. Mit etwas Gewalt kann man es an dem Port-Anschluß auseinanderziehen. Jetzt liegt noch um die gesamte Elektronik ein stabiler Metallkäfig zur Abschirmung. Biegen Sie die Laschen, die den Käfig zusammenhalten, vorsichtig hoch und entfernen Sie ihn. Vor Ihnen liegt nun die Platine:

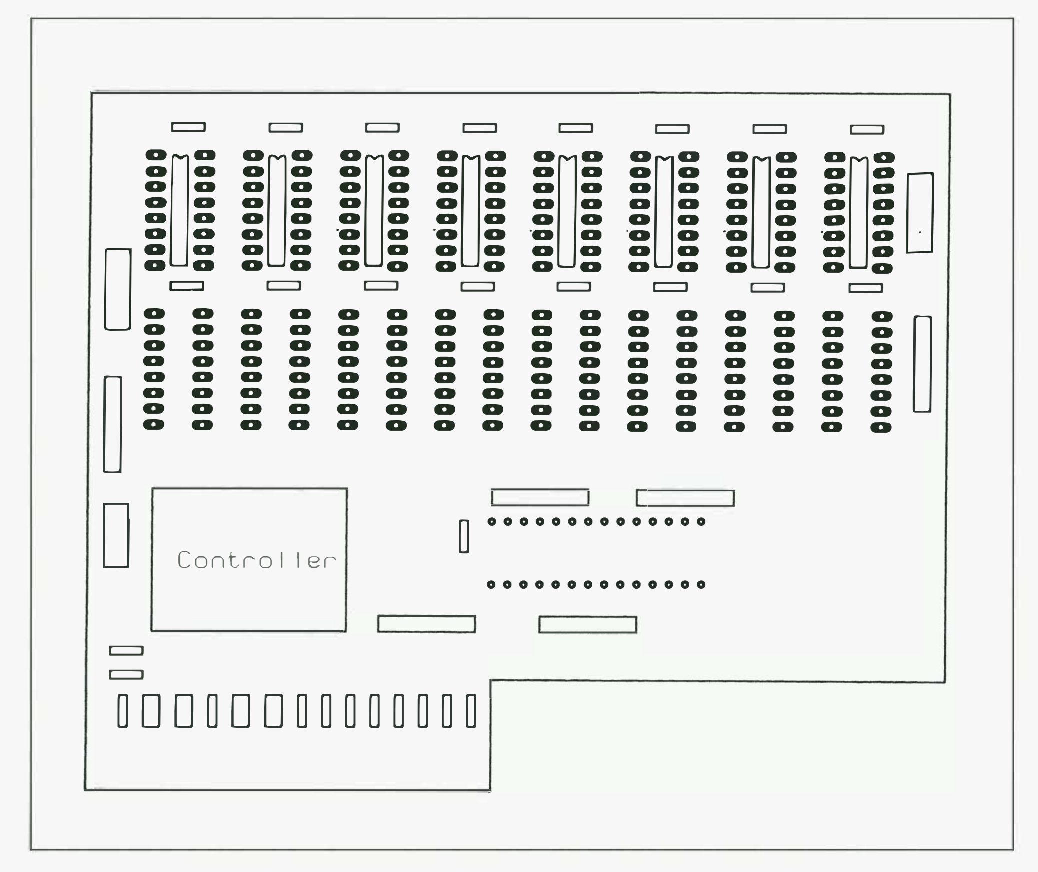


Bild 14.2: Die Platine der 1764

Deutlich sind die freien Pins zu erkennen, in die die neuen Speicherchips eingesetzt werden müssen. Besorgen Sie sich genau die gleichen ICs, die auch schon im Rest der Schaltung ihren Dienst verrichten. Es handelt sich um Speicher-Bausteine des Typs 41256-15. Sie können aber auch ruhig schnellere Bausteine, also ICs mit der Bezeichnung 41256-10, einsetzen. Bevor es an das Bestücken geht, müssen die Bohrlöcher erst noch vom Lötzinn befreit werden. Wie Sie dies einfach bewerkstelligen können, steht im Kapitel 20.

Sind die Löcher frei, setzen Sie als erstes Präzisionsfassungen ein. Diese werden verlötet. Nun kommen die ICs an die Reihe. Sie werden genauso wie die bereits bestückten, d.h. mit der Kerbe nach oben, eingesetzt.

Jetzt hat Ihre Speichererweiterung bereits die Kapazität von 512 Kbyte. Sie wissen das, aber dem Controller muß dieser Umstand noch mitgeteilt werden. Dazu drehen Sie die Platine um und öffnen unter dem Controller einen Jumper. Dazu ist eine Leiterbahn

durchzutrennen. Der Controller fragt diesen Eingang beim Einschalten ab, um festzustellen, wieviel RAM ihm zur Verfügung steht. Beim Öffnen der Speichererweiterung wird Ihnen bestimmt der leere Sockel aufgefallen sein. Dort können Sie ein 27256 EPROM einsetzen. Mit einem von Ihnen gebrannten Programm kann dieses EPROM direkt in den Speicherbereich des C 64 oder C 128 eingeblendet werden.

KAPITEL 15

Drucker

Drucker können den Computeranwender manchmal zur Weißglut bringen. Keineswegs ist die Software immer schuld, wenn Probleme beim Ausdruck auftauchen. Auch die Hardware kann Fehler verursachen, die aber relativ leicht in den Griff zu bekommen sind. Nach vielen Mühen sind endlich die richtigen Stellungen der DIP-Schalter gefunden. Der Drucker arbeitet mehr oder weniger problemlos mit GEOS zusammen. Doch ein paar Tage später ist die Welt nicht mehr in Ordnung. Weiße Streifen verunstalten die ausgedruckte Grafik. Da an den DIP-Schaltern niemand gespielt und sich das Programm auch nicht verändert hat, muß es am Drucker liegen. Aber wo? Dafür müssen wir uns das Prinzip eines Druckers mal genauer ansehen.

Jeder Drucker besteht aus zwei unterschiedlichen Komponenten: Einmal komplizierter Mechanik und zum anderen einem kompletten Computer. Doch wie arbeiten diese Komponenten zusammen? Das wichtigste mechanische Bauteil ist der Druckkopf.

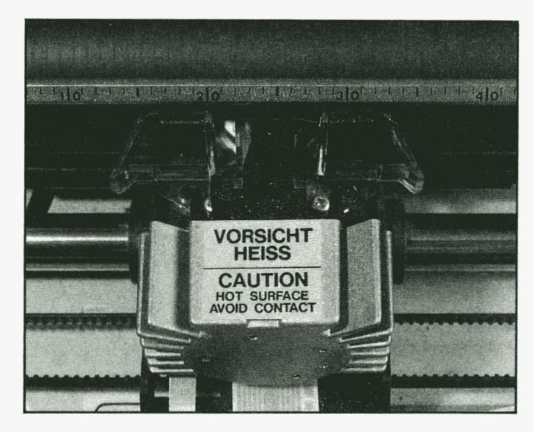


Bild 15.1: Der Druckkopf

Er entscheidet fast allein über die Qualität des Druckergebnisses. Der Kopf selbst besteht aus einer Anzahl Elektromagneten, die jeweils eine Nadel ansteuern können. Während des Betriebs werden diese Nadeln vom Computer im Drucker aktiviert. Sie fliegen nach vorne und stoßen auf das Farbband. Dieses hinterläßt einen Punkt auf dem dahinter befindlichen Papier. Eine Feder holt die Nadel wieder in ihre Ruhestellung zurück. Danach bewegt sich der Druckkopf um ein kleines Stückchen weiter und setzt den nächsten Punkt. Der Druckkopf arbeitet ballistisch. Das bedeutet: Der Elektromagnet beschleunigt die Nadel, sie fliegt ein kleines Stückchen frei, trifft auf das Farbband und wird durch eine Feder wieder zurückgeholt. Dies ist schon der erste Punkt, an dem Sie Ihren Drucker unbeabsichtigt beschädigen können. Jeder Drucker besitzt einen Schalter, mit dem Sie den Abstand zwischen Druckkopf und Papier einstellen können. Ist dieser zu gering eingestellt, wird die Freiflugstrecke zu kurz, die Nadel trifft schon vorher auf das Farbband. Dabei kann sie sich leicht verbiegen. Das geht nicht von heute auf morgen, aber mit der Zeit wird sich das Druckbild immer mehr verschlechtern. Nicht ganz so schlimm ist es, wenn der Druckkopf zu weit vom Papier entfernt ist. Die Nadel schlägt dann an den

Anschlag. Daß dieses für sie auch nicht gerade angenehm ist, kann man sich leicht vorstellen. Die richtige Einstellung für die unterschiedlichen Papiersorten ist im Handbuch zu Ihrem Drucker beschrieben. Sind die Nadeln erst einmal verbogen, muß der gesamte Druckkopf ausgetauscht werden.

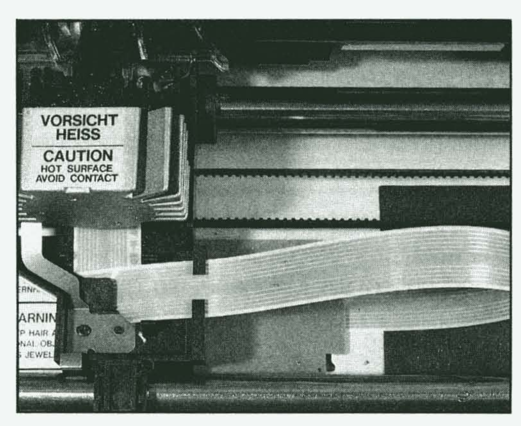


Bild 15.2:
Die Stromversorgung des Kopfes

Die einzelnen Elektromagnete im Kopf wollen natürlich auch mit Strom versorgt sein. Die Zuführung dieses Stroms wird von einem flexiblen Kabel übernommen. In einigen Modellen besteht es aus einer Kunststoffolie, die innen mehrere metallisierte Streifen trägt. Durch die ständige Bewegung beim Drucken kann es sehr leicht vorkommen, daß einer dieser Streifen bricht. Das Kabel besitzt notgedrungen immer einen Leiter mehr, als Nadeln vorhanden sind. Dieser dient als gemeinsame Rückleitung für alle Nadeln. Wenn nun ausgerechnet diese Masseleitung bricht, wird sich der Druckkopf zwar noch bewegen, aber nichts mehr zu Papier bringen können. Meistens wird aber zuerst eine andere Leitung ihren Geist aufgeben. Der Drucker zeigt nun folgenden Fehler: Solange die angeknackste Bahn noch Kontakt hat, arbeitet er richtig. Bewegt sich der Kopf aber über eine bestimmte Stelle hinweg, wird der Kontakt unterbrochen und das Druckbild zeigt jetzt waagerecht über das Papier hinweg weiße Streifen. Diese markieren die ausgefallene Nadel. Es kann vorkommen, daß diese Streifen nur in der Mitte des Blattes auftauchen und beide Ränder wieder ordnungsgemäß bedruckt werden. Je nach Fabrikat des Druckers, muß nun entweder der komplette Kopf mit Kabel oder nur das Kabel ausgetauscht werden. Aber auch die Elektronik, die die Elektromagnete der einzelnen Nadeln mit Strom speist, kann defekt sein. Dann zeigen sich aber waagerechte weiße Streifen über die gesamte Fläche. Um überprüfen zu können, wer nun der Schuldige ist, ziehen Sie das Kabel ab und messen mit einem Ohmmeter die einzelnen Bahnen durch. Sie legen den einen Pol des Meßgeräts an die gemeinsame Masseleitung und messen alle anderen Leitungen durch. Der Widerstandswert, den das Gerät anzeigt, ist unerheblich, er muß nur ungefähr bei allen Adern gleich sein. Ist die Masseleitung gebrochen, zeigt das Ohmmeter immer einen unendlichen Wert an. Sind die Leitungen

aber alle in Ordnung, muß der Fehler in der Elektronik liegen. Verfolgen Sie die Leitungen vom Druckkopfanschluß auf der Platine weiter. Führen sie zu mehreren Transistoren, bauen Sie diese aus und prüfen sie einzeln durch. Der defekte Typ muß dann ersetzt werden. Gehen sie allerdings auf ein IC, so ist dieses auszutauschen.

Der Druckkopf setzt eine nicht unerhebliche elektrische Leistung um, von der nur ein Bruchteil für die magnetische Abstoßung der Nadeln aufgebracht wird. Der Rest verwandelt sich in Wärme. Der Kopf wird also im Betrieb recht heiß. Nach einem längeren Ausdruck sollte der Drucker etwas in Ruhe gelassen werden, damit sich der Kopf wieder abkühlen kann. Auch die Gefahr, sich die Finger an einem heißen Kopf zu verbrennen, sollte nicht unterschätzt werden.

Ist der Drucker eingeschaltet, sollten alle Eingriffe, die sowohl den Druckkopf als auch den Papiervorschub betreffen, nur vom Bedien-Panel aus vorgenommen werden. Die Elektromotoren stehen ständig unter Strom und halten die Mechanik, so gut es ihre schwachen Kräfte vermögen, in dieser Stellung fest. Wenn Sie nun versuchen, die Mechanik manuell zu verstellen, merkt es die Elektronik und bemüht sich durch einen größeren Strom, sie festzuhalten. Dabei kann sowohl der Motor als auch die Leistungselektronik durchbrennen. Denn in den Druckern finden meist 5-Volt-Schrittmotoren Verwendung. Diese werden mit 24-Volt-Impulsen gesteuert. Da diese Impulse sehr schmal sind, können die Motoren sie aushalten. Wird jedoch der Kopf festgehalten, folgen die Impulse schneller aufeinander und das schwächste Glied in der Kette brennt durch. Entweder ist es der Motor oder die Ansteuerelektronik.

Bei den heutigen Druckern, sieht man von den Billigversionen ab, ist die Mechanik sehr robust. Aber wie alle mechanischen Präzisionsgeräte vertragen Drucker schwere Erschütterungen überhaupt nicht. Transportieren Sie ihn nicht unnötig. Wichtig ist auch etwas Pflege. Das einzige, was beim Drucker eine minimale Ölschmierung benötigt, ist die Führungsstange des Druckkopfs. Die Plastikzahnräder sind selbstschmierend, dürfen also nicht geschmiert werden!

Der elektrische Teil eines Druckers beinhaltet einen kompletten Computer. Er steuert alle Vorgänge im Drucker. Die CPU nimmt alle Befehle und Informationen, die gedruckt werden sollen, über ihre Schnittstelle entgegen. Commodore-Drucker besitzen eine spezielle Schnittstelle, die dem seriellen Bus entspricht. Leider werden Drucker mit dieser Schnittstelle nicht mehr gebaut. Die modernen Drucker verwenden eine Centronics-Schnittstelle. Diese – von einer kleinen Firma in den USA in den 70er Jahren entwickelt – hat sich inzwischen als Standard bei den Druckerherstellern durchgesetzt. Der C 64 besitzt nun aber den User-Port, der sich als Centroncis-Schnittstelle mißbrauchen läßt. Viele Programme für den C 64 benutzen nur noch diesen Port.

Im Gegensatz zur seriellen Schnittstelle wird beim Centronics-Port immer ein komplettes Byte übertragen. Das Übertragungsprotokoll gestaltet sich dadurch sehr einfach. Bei der seriellen Übertragung muß ein Byte nämlich in eine Folge von einzelnen Bit zerlegt werden, die sich dann nacheinander über eine gemeinsame Leitung quälen.

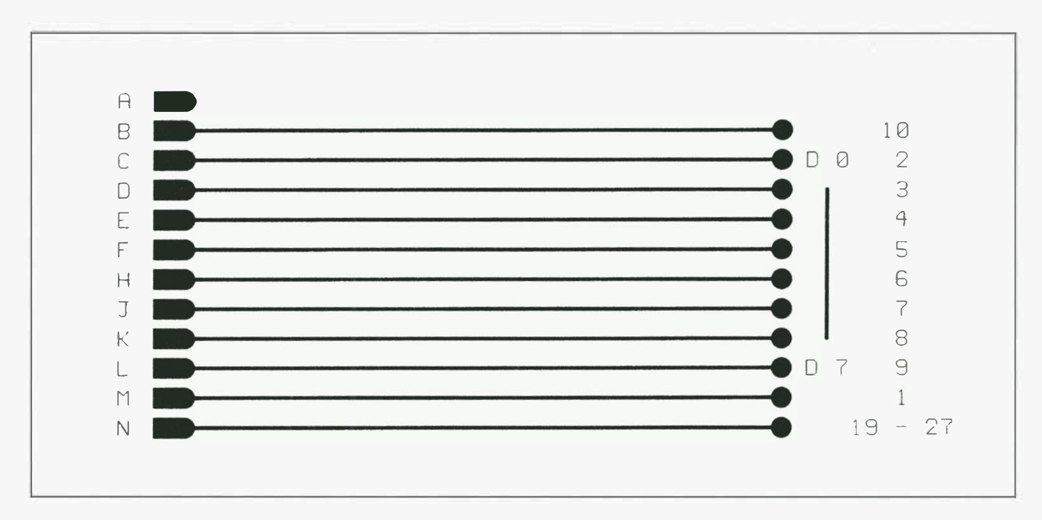


Bild 15.3: Ein einfaches Parallelkabel

Wichtig beim Einsatz des parallelen Kabels ist die maximale Länge. Sie darf unter keinen Umständen 2 m übersteigen. Während der Schnittstellen-Baustein im Drucker eigentlich sehr robust ist, kann die CIA im C 64 bei zu langem Kabel schnell ins Silizium-Nirwana geschickt werden. Als ihr Gegenpart arbeitet in den meisten Druckern ein 8255. Er kann natürlich auch durch ein zu langes Kabel beschädigt werden. Ziehen Sie niemals bei laufenden Geräten die Kabelverbindung ab. In den Druckern mit serieller Schnittstelle befinden sich wieder die üblichen TTL-ICs im Signalweg. Diese können auch durch Ziehen des Kabels zerschossen werden. Sie müssen dann ebenfalls ausgetauscht werden.

Leider gibt es zu viele unterschiedliche Druckertypen, so daß wir keine allgemein gültige Anleitung schreiben können. Sie müssen also bei Problemen mit der Schnittstelle versuchen, die Leiterbahnen auf der Platine zu verfolgen und das verdächtige IC austauschen. Suchen Sie bei einer Centronics-Schnittstelle nach den Typen 8255 und Z-80-PIO. Beide sind in einem 40poligen Gehäuse untergebracht. Drucker mit serieller Schnittstelle von Commodore haben als Treiber-ICs die TTL-Chips 74 LS 04 oder LS 14 und die 74 LS 06 oder LS 16 eingebaut. Es dürfte aber keine große Schwierigkeit bedeuten, diese zu finden. In brandneuen Druckern befinden sich vielpolige kundenspezifische Chips. Dort kann man ohne Schaltungsunterlagen nichts unternehmen. Das Gerät muß dann in eine Fachwerkstatt gebracht werden. Die Netzteile in den Druckern sind in den meisten Fällen mit zwei Sicherungen versehen. Beide können auch durchbrennen. Besorgen Sie sich genau die gleichen Typen und ersetzen Sie sie. Brennen sie wieder durch, ist der Besuch einer Fachwerkstatt unumgänglich.

KAPITEL 16

Der große Bruder

Drei Computer in einem Gehäuse – das war Commodores Devise bei der Konzeption des C 128. Er sollte auf das inzwischen riesige Software-Angebot des C 64 zurückgreifen können, auf das nicht minder große Programmangebot unter CP/M und zusätzlich noch ein eigenständiger Computer mit einem SuperBasic werden. Um einen Überblick über diese Wundermaschine zu bekommen, müssen wir uns erst einmal ansehen, was sie alles kann bzw. alles können sollte, aber nicht kann:

1. Völlige Software-Kompatibilität zum C 64
2. CP/M-fähig
3. Eigenständiger Rechner mit neuen Möglichkeiten

Commodore hat versucht, diese drei an und für sich schon sehr schwierig zusammenzubringenden Forderungen unter einen Hut zu bekommen. Das dies nicht immer ohne Kompromisse vonstatten ging, dürfte klar sein.

Wie schon zu Anfang gesagt, vereinigt der C 128 drei völlig unterschiedliche Rechner in einem Gehäuse. Commodore wollte also eine »eierlegende Wollmilchsau« kreieren. Zu Beginn der Fehlersuche muß erst geklärt werden, in welchem Teil der Computer aussteigt.

1. Der C 64-Modus funktioniert nicht!
2. Der CP/M-Modus arbeitet nicht!
3. Der 128er-Modus ist defekt!
4. Der C 128 arbeitet generell nicht!

Fangen wir mit Punkt 4 an: Der Computer macht überhaupt nichts mehr. Die häufigste Fehlerursache nach dem Netzteil sind die CIAs. Fangen wir also mit dem Netzteil an. Wie bei Commodore üblich, wird der C 128 in mehreren Modifikationen hergestellt. Die erste Version ist der normale C 128. Dann folgen die beiden Versionen mit eingebauter Floppy: die C 128 D. Das bedeutet aber, daß der Computer zumindest eine Einschaltmeldung auf den Bildschirm bringt. Macht er aber gar nichts mehr, so kann es bei dieser kompliziert aufgebauten Maschine so gut wie alles sein. Versuchen Sie zunächst, ihn in irgendeinem Modus zum Laufen zu bringen. Bootet er noch beim Einschalten? Starten Sie CP/M. Funktioniert es? Meistens wird aber in solchen Fällen die MMU defekt sein, so daß Sie eigentlich nichts weiter machen können, als einen Fachmann aufzusuchen.

Bei Punkt 3 wird wahrscheinlich der VDC-Chip defekt sein, wenn der Rechner noch in seinem 40-Zeichen-Modus arbeitet. Für seinen 40-Zeichen-Modus benutzt er den VIC, der auch im C 64 seinen Dienst verrichtet. Leider sind auch hier keine genaueren Angaben zu machen, da der Rechner zu komplex aufgebaut ist, um eine einfache Fehlersuche nach der Methode »geht oder geht nicht« zu starten.

Zu Punkt 2: Der CP/M-Modus wird in der Regel nicht defekt werden können, da er nur von einem auf Diskette gespeicherten Betriebssystem und dem Z 80-Prozessor abhängt. Ist die Diskette in Ordnung und funktionieren alle anderen Modi zur vollsten Zufriedenheit, so

kann eigentlich nur die Z 80-CPU defekt sein. Nach Austausch derselben müßte der C 128 wieder voll funktionstüchtig sein.

Last but not least: der wohl meistgebrauchte Modus. Punkt 1: der 64 Modus. Sie können den ganzen Hardware-Reparaturkurs für den C 64 auch auf diesen Modus des 128 beziehen.

Der C 64 im 128

Um eine absolute Software-Kompatibilität zum C 64 zu bekommen, mußte die gesamte relevante Hardware dem C 64 entsprechen. Man hat also versucht alle Bausteine des C 64 im C 128 zu integrieren. Dies bedeutet, daß alle Chips des C 64 sich im C 128 wiederfinden lassen. Besitzer dieses Rechners wissen, daß sich vom 128er-Modus aus über den Befehl »GOTO 64« in den 64er-Modus umschalten läßt. Nur zurück führt kein Weg mehr. Warum nicht? Im Prinzip ist das ganz einfach: Im 64er-Betriebssystem ist eine solche Routine nicht vorgesehen (was sollte sie dort auch?). Da das Original-Betriebssystem des C 64 im C 128 vorhanden ist, kann er softwaremäßig nicht umgeschaltet werden. Einige kleinere Änderungen sind allerdings am C 64-Betriebssystem vorgenommen worden, so daß nicht alle Programme auf dem C 128 im 64er-Modus laufen. Aber es soll eine Software-Kompatibilität von 99 Prozent erreicht worden sein.

Profi-Software auf einem Heimcomputer

Vor MS-DOS gab es nur ein professionelles Betriebssystem: CP/M. Dieses lief auf allen Rechnern, die mit den Intel-Prozessoren der 80-Reihe bestückt waren. Man baute also in den C 128 einen Z 80-Prozessor ein, um ihn an der großen Welt der CP/M-Software teilhaben zu lassen. Dieses Betriebssystem wurde aber nicht auf ein ROM gebrannt, sondern es mußte über eine Diskette in den freien Speicher gebootet werden. Der C 128 besitzt deshalb eine eigene Boot-Routine, die beim Einschalten erst nach einem Boot-Sektor auf einer eventuell eingelegten Diskette sucht.

Leider waren die Tage des Betriebssystems CP/M bei der Markteinführung des C 128 schon gezählt. MS-DOS hatte sich im Profibereich auf den PCs schon durchgesetzt. Es gibt nur noch wenige Firmen, die CP/M-Programme überhaupt anbieten. Außerdem ist das Arbeiten unter CP/M mit dem C 128 eine langweilige Angelegenheit. Der Z 80 wird zwar mit vier MHz getaktet, aber um die langsameren Bausteine im C 128 nicht zu überfordern, sind die Buszugriffe gebremst. Die Original-CP/M-Rechner arbeiten mindestens mit der doppelten Taktfrequenz. Weiter arbeitet dieses Betriebssystem diskettenorientiert, dadurch ist die Floppy schön beschäftigt und der Anwender hat einen riesigen Kaffeekonsum.

Der Wundercomputer

Erst in seiner dritten Betriebsart läuft der C 128 zu seiner großen Form auf. Hier kann er alle seine Fähigkeiten fast vollständig ausspielen. Ein SuperBasic, das kaum noch Wünsche offen läßt, hilft auch dem »ab-und-zu-Programmierer« schnell ein Programm zu schreiben und zum Arbeiten zu bringen. Leider ist der C 128 in seinem 128er-Modus, wie bei Commodore üblich, zu nichts kompatibel. Manchmal ist er auch zu sich selbst nicht kompatibel. Einige Programme, die auf einem normalen C 128 ohne Probleme ablaufen, stürzen auf dem 128 D (Blech) ab. Commodore hat wieder einmal etwas am Betriebssystem geändert.

Geheimnisvolles Innenleben

Wie Sie sich sicher denken können, ist das Innere des C 128 nicht ganz so einfach aufgebaut wie das des C 64.

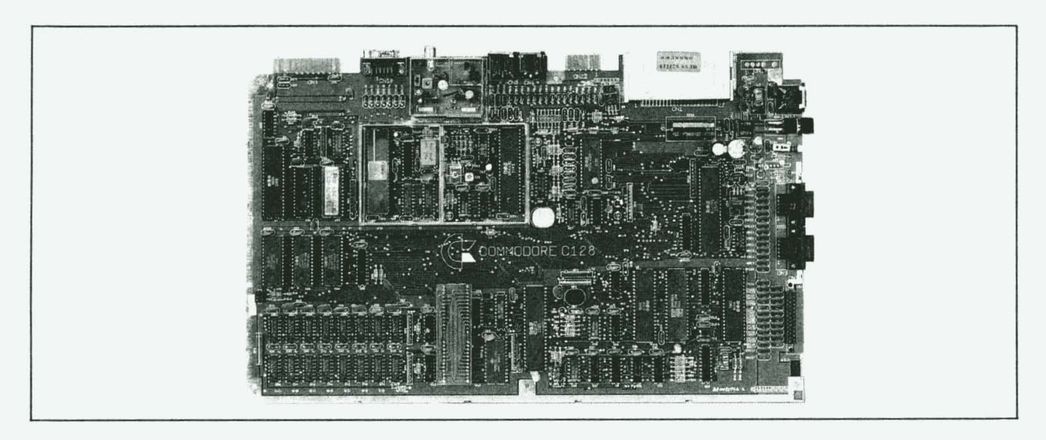


Bild 16.1: Die Platine des C 128

Zuerst einmal besitzt der C 128, wie der Name schon sagt, intern einen doppelt so großen Speicher wie der C 64. In beiden Rechnern ist aber die gleiche (zumindest softwaremäßig) CPU enthalten. Der 6510 – oder 8502 wie er beim C 128 heißt – kann nur 64 Kbyte direkt verwalten. Deshalb wird ein weiterer Baustein nötig: die MMU. Sie sorgt dafür, daß der Speicherzugriff immer nur auf einer Bank mit 64 Kbyte stattfinden kann. Maximal 16 Bänke kann sie verwalten, so daß der C 128 auf 1 Mbyte aufgerüstet werden kann. In der Grundversion sind aber nur zwei Bänke à 64 Kbyte vorhanden. Mit der Funktion »FRE (X)« kann man sich die Größe des freien Speicherplatzes ansehen. In der Bank 0 sind es 58109 Byte und in der Bank 1 64256 Byte, die allerdings nur als Variablenspeicher dienen.

Programme werden immer in der Bank 0 abgelegt. Die MMU ist aber auch das Sorgenkind des Assembler-Programmierers. Vor dem Start eines Assembler-Programms muß der CPU genau mitgeteilt werden, in welcher Bank sich das Programm befindet. Ansonsten verabschiedet sich der C 128 ins Silizium-Nirwana.

Der C 128 besitzt zwei Ausgabemodi: Einmal den 40-Zeichen-Bildschirm und zum anderen die 80-Zeichen-Darstellung. Für die 80 Zeichen benötigt er einen Extra-Videochip, den VDC. Um zu seinem Vorgänger, dem C 64, kompatibel zu bleiben, hat er zusätzlich noch den VIC eingebaut. Während beim VIC der gesamte Bildschirm durch »POKE«-Befehle beeinflußt werden konnte, der Bildschirmspeicher war frei zugänglich, läßt sich dieses bei der 80-Zeichen-Darstellung nicht mehr bewerkstelligen. Der VDC wickelt seinen Verkehr mit dem Bildschirmspeicher über nur zwei Adressen ab. Dieses können Sie leicht selbst ausprobieren. Schreiben Sie dazu den gesamten Bildschirm, im 80-Zeichen-Modus, voll und drücken Sie dann die ASCII/DIN-Taste. Sie werden feststellen, daß einige Zeichen schneller als andere ihre Form ändern.

Die neue CPU 8502

Die CPU 8502 basiert auf einer Weiterentwicklung der 6510. Sie ist, obwohl sie eine andere Pin-Belegung besitzt als die alte CPU, vollkommen Software-kompatibel zum 6510 und zum 6502. Aber sie hat auch einige Vorteile. Der wesentliche ist der, daß sie mit dem doppelten Takt arbeiten kann. Dabei kommt allerdings der VIC nicht mehr mit, so daß er abgeschaltet werden muß. Dies bezieht sich aber nur auf die Bildschirmdarstellung. Der VIC übernimmt aber weiterhin den Refresh der dynamischen RAM-Bausteine. Damit steht dem Prozessor der gesamte Maschinenzyklus zur Verfügung, den er sich nun nicht mehr mit dem VIC teilen muß.

Mehr Bausteine – mehr Fehler

Die Platine des C 128 ist fast doppelt so groß wie die des C 64. Der Computer ist zwar recht robust aufgebaut, aber die Anzahl der Fehlermöglichkeiten steigt auch mit der Menge der Bausteine. Der C 128 besitzt intern keine Sicherung. Beide Sicherungen sind im Netzteil eingebaut. Einige Fehler, die der C 64 aufweisen kann, sind dem C 128 auch nicht fremd. Ein häufiger Fehler ist der Ausfall eines oder beider CIAs. Sie wissen ja, alle Bausteine, die Kontakt zur Außenwelt besitzen, sind besonders gefährdet. Die beiden CIAs befinden sich auf der Platine ganz links oben und ganz rechts unten. Die CIA rechts oben steuert den User-Port, die links unten die Tastatur und die beiden Controll-Ports. In den meisten Fällen sind beide Bausteine gesockelt, so daß ein Austausch nicht weiter schwierig sein dürfte. Links oben in der Mitte befinden sich die beiden Bildaufbereitungsbausteine. Für

diese gilt das gleiche wie für den C 64. Sie können sehr warm werden. Ein kleines Kühlblech bringt sie wieder auf ihre richtige Betriebstemperatur. Die auftretenden Fehler sind die gleichen wie beim C 64. Also, wenn nach längerem Betrieb das Bild anfängt zu kriseln oder merkwürdige Zeichen erscheinen, sollte man den entsprechenden Baustein (VIC oder VDC) mit einem feuchten Tuch etwas Abkühlung verschaffen. Ist dann alles wieder in Ordnung, sollte man die Anschaffung eines kleinen Kühlkörpers in Erwägung ziehen. Dieser kann, mit etwas Sekundenkleber auf dem jeweiligen Chip befestigt, Wunder wirken. Der links befindliche VDC wird mit 16 MHz getaktet und besitzt einen eigenen Speicher von 16 Kbyte. Die beiden Speicher-ICs sind direkt neben dem VDC angeordnet. Um an die gesamte Viedeo-Einheit heranzukommen, muß erst der Abschirmdeckel entfernt werden.

Schnellere Datenübertragung?

Neue Rechner haben auch neue Fehler. Sie haben sich einen C 128 gekauft, besitzen auch das dazugehörige schnelle Laufwerk 1571, aber vom schnelleren Datentransfer merken Sie nichts. Sehen Sie sich mal das serielle Kabel zur Floppy-Station an. Hat es vielleicht nur fünf Kontakte? Dann ist schon alles klar. Der C 128, als intelligenter Bursche, prüft erst mal, mit welchem Laufwerk er es zu tun hat. Dazu gibt er über eine sechste Leitung ganz schnell acht Impulse aus. Erkennt die Floppy diese Impulse, antwortet sie dementsprechend. Die 1541 kann das natürlich nicht. Und wenn die sechste Leitung beim seriellen Kabel fehlt, kann auch die 1571 nicht antworten. Unser Rechner weiß nun, daß kein schnelles Laufwerk angeschlossen ist, er glaubt, eine 1541 vor sich zu haben und schaltet dementsprechend auf eine langsamere Datenübertragung um. Sie benötigen also, um die volle Datenübertragungsrate des C 128 ausnutzen zu können, ein sechspoliges serielles Kabel.

KAPITEL 17

Der C 128 D

PC-ähnlich

Schon vom äußeren Aufbau her sieht der C 128 D einem PC äußerst ähnlich.

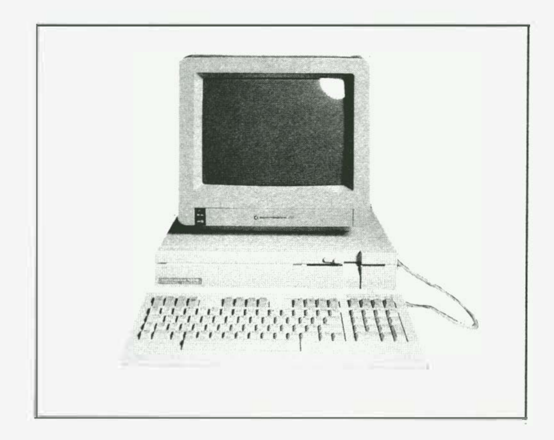


Bild 17.1: Der C 128 D

In diesem Gerät hat Commodore alle Komponenten des C 128 einschließlich Netzteil und Laufwerk 1571 integriert. In der ersten Version wurde einfach die normale Platine des C 128 eingesetzt und die Floppy-Platine darüber montiert. Als Netzteil kam eine völlige Neukonstruktion zum Einsatz. Hier wurde ein Schaltnetzteil eingebaut. Es liefert genügend Strom für das gesamte Equipment. Leider benötigt es für den sicheren Betrieb einen Lüfter. Dieser klingt durch sein Laufgeräusch zwar manchmal etwas störend, aber die Entwickler wußten schon, was sie taten. Heutzutage, da bei der Entwicklung schon an jedem Widerstand gespart wird, wird ein wesentlich teurer Lüfter nicht so ohne weiteres eingebaut. Er ist absolut notwendig für ein kühles Inneres im Computer. Schaltungen, die den Lüfter je nach Temperatur steuern, mögen zwar gut sein für Anwendungsfälle, in denen der Rechner nur kurz eingeschaltet wird, aber wenn Sie Ihrer Hardware nicht böse sind, lassen Sie die Finger davon. Sonst »stirbt« eines Tages ein nicht gerade billiges Bauelement den Hitzetod. Auch ist von Lösungen, die mit einem Vorwiderstand die Laufgeschwindigkeit des Lüfters verringern, dringend abzuraten. Der C 128 D braucht schon die volle Lüfterleistung.

Die Tastatur ist bei diesem Rechner, wie beim Vorbild, abgesetzt. Leider hat man sich nur in diesem Punkt ans Vorbild gehalten, denn die Länge des Anschlußkabels ist nicht gerade berauschend. Knappe 50 cm ist es lang. Für ein bequemes Arbeiten ist dies aber viel zu wenig. Eine Abhilfe läßt sich aber ganz ohne Löten einfach realisieren.

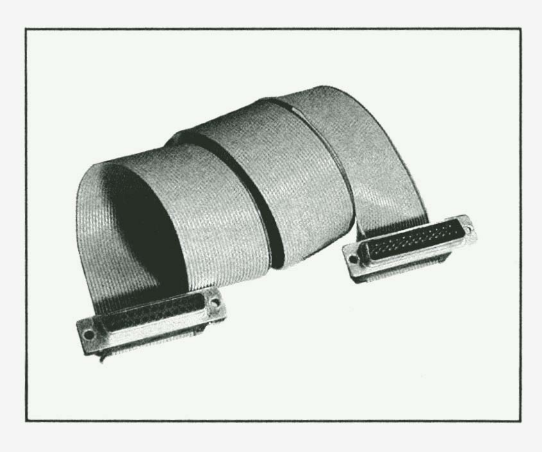


Bild 17.2: Eine einfache Tastaturverlängerung

Dazu besorgen Sie sich ein Stück Flachbandkabel mit 26 Adern und zwei 25polige Sub-D-Buchsen (männlich und weiblich) für Schneid-Klemm-Montage. Um die CIA im Computer nicht zu überlasten, darf das Flachbandkabel maximal 60 cm lang sein. Von dem handelsüblichen 26poligen Flachbandkabel ist immer eine Ader markiert. Definitionsgemäß wird dieses Kabel mit Nummer 1 bezeichnet. Von der anderen Seite ziehen Sie nun eine Ader etwas ab. Da der Stecker nur 25 Pole besitzt, wird eine Ader nicht benötigt. Legen Sie nun das eine Ende des Kabels in die Aussparung, drücken Sie das Gegenstück darüber und pressen Sie beide Teile fest zusammen. Am einfachsten läßt sich dies mit Hilfe eines Schraubstocks bewerkstelligen. Um die beiden Plastikstücke nicht zu beschädigen, sollten Sie jeweils ein Stück weiches Holz dazwischenlegen. Die Konfektionierung des Kabels funktioniert auch mit einer kräftigen Rohrzange. Da man mit einer Zange aber nur in der Lage ist, punktuell Kraft auszuüben, müssen Sie jetzt über die beiden Holzstücke langsam, jeweils abwechselnd an jedem Ende, die Teile zusammendrücken. Vergewissern Sie sich, daß die markierte Ader jeweils an der richtigen Seite beider Stecker sitzt. Nun können Sie die Tastatur mit dem C 128 zusammenstecken. Probieren Sie alle Tasten der Reihe nach durch. Funktionieren Sie vollständig, kann der Aufbau seiner Bestimmung übergeben werden. Anderenfalls öffnen Sie einen Stecker wieder vorsichtig, schneiden das Kabel ca. 5 bis 10 cm ab und pressen die Teile wieder auf. Die Schneid-Klemm-Vorrichtung hält diese Behandlung ein paarmal aus. Wiederholen Sie diese Übung so lange, bis das Kabel die Länge hat, bei der die CIA eine gedrückte Taste sicher erkennt. Bleiben Sie bei Ihren Versuchen allerdings unterhalb einer Länge von 60 cm, wird es beim ersten Versuch funktionieren.

Diese Art der Tastaturverlängerung, so problemlos sie sich auf den ersten Blick auch zeigt, besitzt jedoch einen Nachteil, der nicht verschwiegen werden sollte: Das Kabel besitzt keinerlei Abschirmung mehr! Wird es zu nahe an Störquellen verlegt, wie z.B. den Monitor, kann es zu Fehlern in der Tastaturabfrage kommen. Abhilfe ist jetzt durch eine Umstellung der Gerätekonfiguration möglich. Oder Sie löten sich ein neues abgeschirmtes 25poliges Kabel zurecht. Dies ist aber wesentlich arbeitsintensiver und lohnt den Aufwand nicht.

Da der C 128 D im wesentlichen aus den gleichen Komponenten besteht wie der normale C 128, können dort auch die gleichen Fehler auftreten. Ein Unterschied besteht allerdings. Während beim normalen C 128-System die einzelnen Komponenten über flexible Steckverbindungen zusammengeschaltet werden, hat der C 128 D diese Verbindungen schon fest eingebaut. Die Stecker sind dabei aber nicht von bester Qualität. Sie bestehen nur aus Drahtstiften, auf die Klemmvorrichtungen gesetzt wurden. Solange Ihre Computeranlage immer am gleichen Platz steht, kann an diesen Verbindungen nicht viel geschehen. Transportieren Sie Ihr System aber, ist es möglich, daß sich diese Verbindungen lockern. Dann treten sehr seltsame Fehler auf. Durch die fehlerhaften Übertragungsstrecken arbeitet die Floppy nicht mehr richtig. Die Datenübertragung wird gestört. Zur Abhilfe ziehen Sie alle Stecker zur Floppy ab, biegen die Kontakte auseinander und setzen sie wieder ein. Damit ist der Fehler beseitigt.

Die PLA

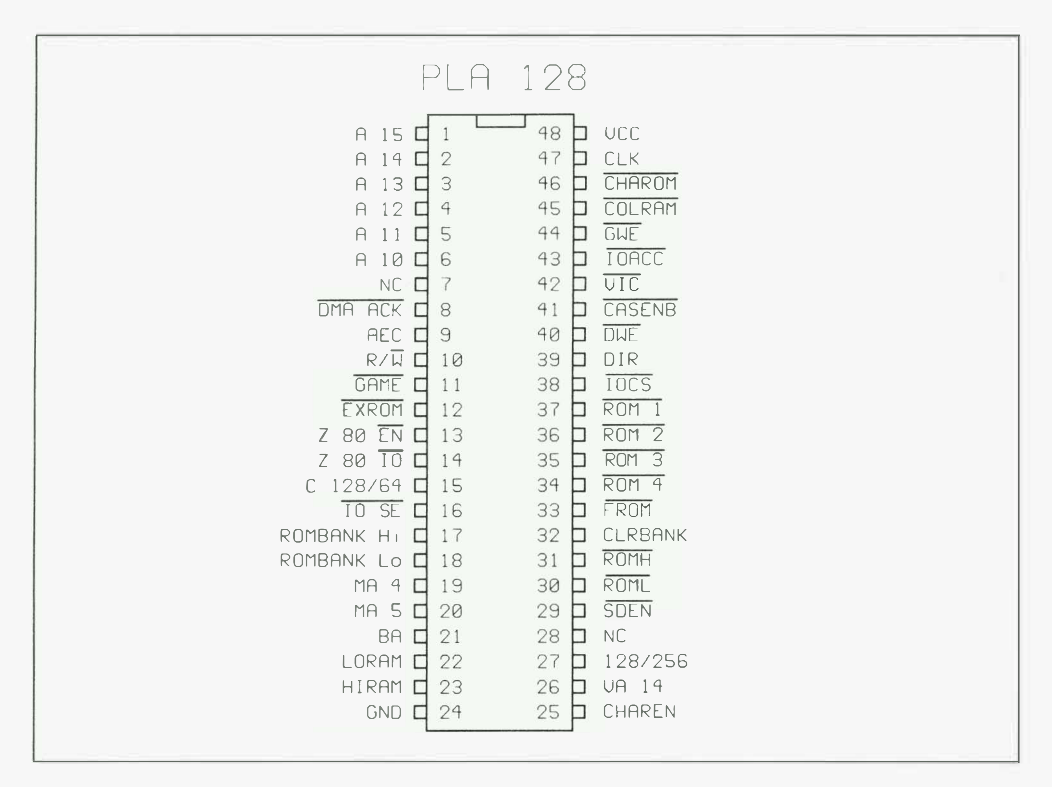


Bild 17.3: Die PLA im C 128

Da der C 128 wesentlich komplexer aufgebaut ist als der C 64, muß die PLA auch mehr Funktionen erfüllen. Sie ist deshalb auch in einem größeren Gehäuse mit 48 Pins untergebracht.

Sie erzeugt alle Chip-Select-Signale für die Bausteine im C 128. Einige weitere wichtige Funktionen dieses ICs bestehen in der Generierung der Write-Enable-Signale für das Farb- und dynamische RAM.

Über den Ausgang des HIRAM wird die Speicherbank ausgewählt. Diese Bank ist nur während der VIC-Phase aktiv. Dadurch wird dem Computer ermöglicht zwischen zwei hochaufgelösten Farbbildern sauber hin- und herzuschalten. Während die CPU an dem einen Bild rechnet, kann das andere angezeigt werden.

Die MMU

Um umfangreiche Steuerungen des C 128-Systems zu ermöglichen wurde die MMU (Memory Managing Unit zu deutsch Speicherverwaltungsbaustein) entwickelt. Alle Operationen des 64er-Modus werden auch von ihr vorgenommen. Dadurch ist eine fast

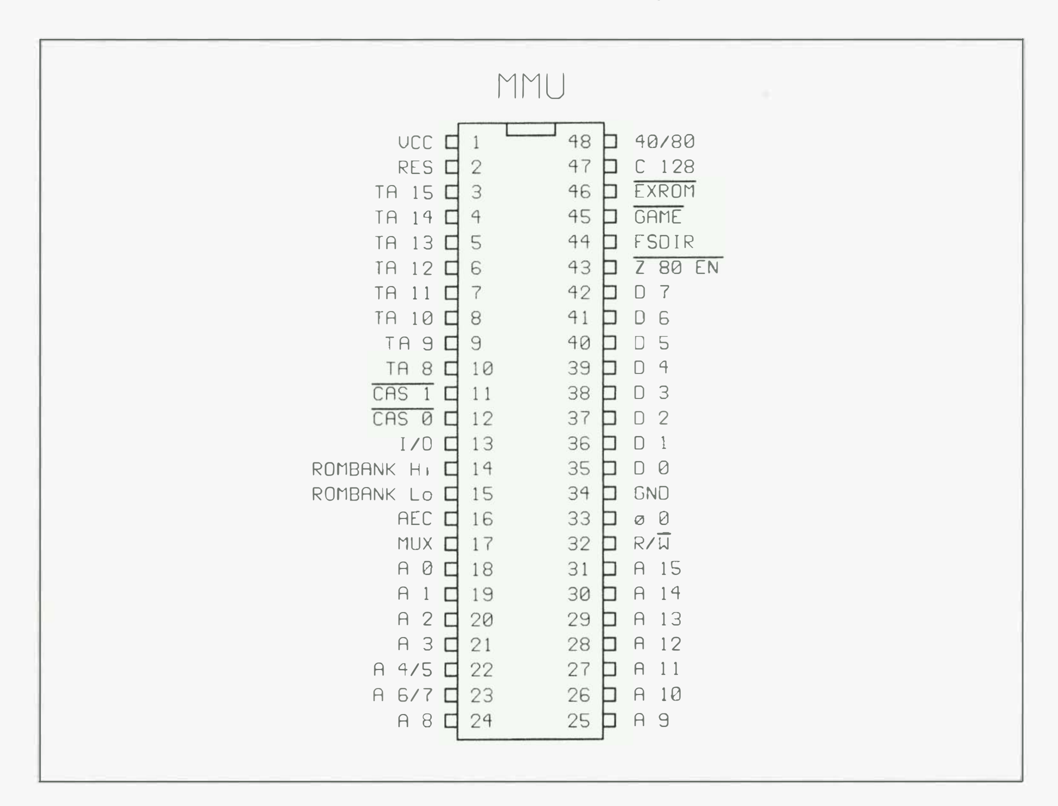


Bild 17.4: Die MMU im C 128

vollständige Kompatibilität zu diesem Modus erreicht worden. Weiterhin übernimmt sie die Kontrolle sowohl im 128er-Modus wie auch beim Z 80 im CP/M-Modus. Genau wie die PLA ist sie in einem 48poligen Gehäuse untergebracht.

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins

A0 – A3	Adreßleitungen von der CPU
A8 – A15	Adreßleitungen von der CPU
A4/5, A6/7	kombinierte Adreßleitungen von der CPU
D0 – D7	Datenleitungen
TA8 –TA15	Translated Adreßleitungen, hochohmig wenn der VIC aktiv ist (AEC = 0)
VCC	+ 5 Volt
GND	Masse
ø 0	2-MHz-Takt
Reset	Reset
R/W	Schreib/Lese-Eingang
CAS 0 – CAS 1	CAS für dynamisches RAM
AEC	Address Enable Control: Zeigt, ob die CPU oder der VIC auf den Bus zugreifen kann.
Z 80 EN	Z 80 Enable: schaltet den Z 80 Prozessor ein (Low-Pegel)
MS 0, MS 1	ROM-Bank 0 und 1
I/O	I/O Auswahl
C 64/C 128	C 64- oder C 128-Modus
40/80	40- oder 80-Zeichen-Modus
MUX	Speicher Multiplexer Eingang
FSDIR	für schnelle Datenübertragung
Game	erkennt das Signal vom Game-Port
EXROM	erkennt das Signal vom Expansion-Port

Der Video-Prozessor im C 128

Dieser VIC ist eine Weiterentwicklung des VIC im C 64. Er kann alles, was der alte VIC auch beherscht, aber ihm stehen noch einige neue Möglichkeiten zur Verfügung. Im C 64-Modus ist die Registerbelegung die gleiche, wie im C 64. Weiterhin benötigt er nur eine Spannung von 5 Volt, anstelle der zwei Spannungen im C 64. Da der neue VIC einige Funktionen mehr beherrscht, als der alte, braucht er aber auch ein größeres Gehäuse. In dem 48-Pin-Gehäuse sind folgende Anschlüsse vorhanden.

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins

D0 – D7	Datenleitungen
IRQ	Interrupt Request
LP	Lightpen Eingang
BA	Bus Avaible
AEC	Low, wenn der VIC auf den Bus zugreift

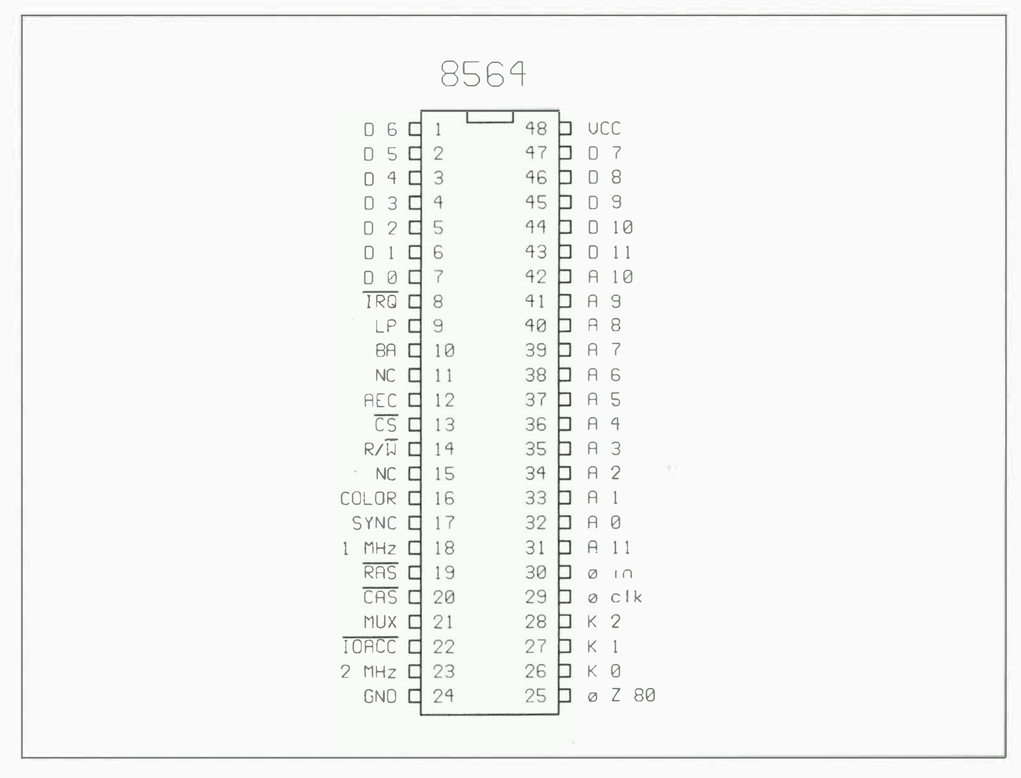


Bild 17.5: Der Videoprozessor 8564

CS	Anwahl des VIC
Color	Farb Ausgang
Sync	Sync-Ausgang
1 MHz	Systemtakt
RAS	für dyn. RAM
CAS	für dyn. RAM
MUX	dyn. RAM-Adresse gültig
IOACC	von der PLA, zeigt ein verlängertes Taktsignal an
2 MHz	Taktsignal
GND	Masse
Z 80 ø	Takt für den Z 80 (4 MHz)
K0 – K2	erweiterte Tastaturabfrage
ø clk	Farbsignal
ø in	Dot-Clock
A0 – A6	Adreßbusmultiplexer
A7 – A10	statischer Adreßbus
D8 – D11	erweiterter Datenbus für Farb-RAM
VCC	+ 5 Volt

Der VDC

Der 8563 ist ein 80-Zeichen-Farbcontroller. Er basiert auf einer Weiterentwicklung des in den PCs weitverbreiteten Hercules-Controller. Er erzeugt dafür alle benötigten Signal einschließlich der Steuerung eines 64 Kbyte großen dynamischen RAM-Speichers. An seinen Ausgängen liefert er die Signale zur Ansteuerung eines RGB-Monitors.

Für die Einbindung in das Computersystem kommt er mit einem Minimum an Leitungen aus.

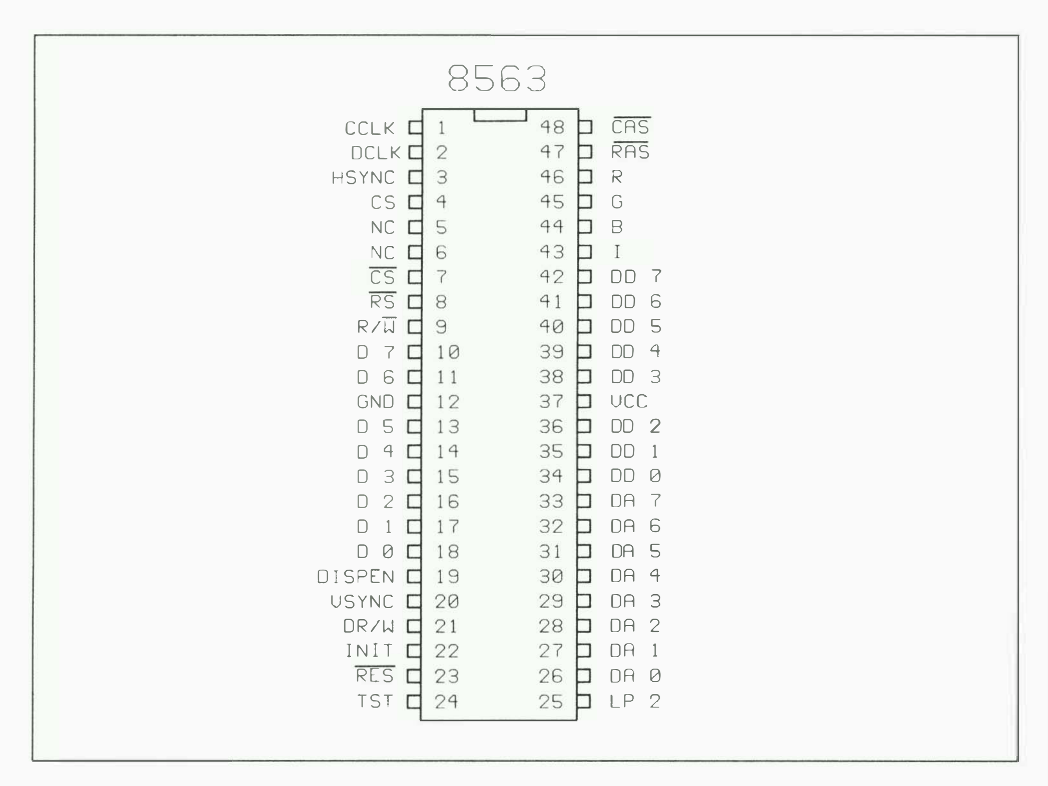


Bild 17.6: Der VDC 8563

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins

CCLK	Character Clock (wird nicht benutzt)
DCLK	Video Dot Clock
HSYNC	Horizontale Synchronisation
CS	Anwahl des VDC (Low)
CS	Anwahl des VDC (High)
R/W	Schreib/Lese-Eingang

D0 – D7	Datenleitungen
GND	Masse
DISPEN	Display Enable (wird nicht benutzt)
VSYNC	Vertikale Synchronisation
DR/W	Schreib/Lese-Signal für Farbspeicher
INIT	Reset-Eingang
Res	Reset (wird im C 128 nicht benutzt)
TST	Test
LP2	Eingang für Lichtgriffel
DA0 – DA7	Adressen für Farb-RAM
DD0 – DD7	Daten für Farb-RAM
VCC	+ 5 Volt
R,G,B,I	RGB-Informationen und Helligkeitssignal
RAS	Steuerung des dyn. RAM
CAS	Steuerung des dyn. RAM

So faszinierend diese Bausteine auch sein mögen, eine Fehlersuche ist an ihnen mit Amateurmitteln kaum möglich. Sie lassen sich im Fehlerfall nur komplett austauschen. In den Werkstätten wird auch kaum etwas anderes gemacht. Sie können eventuell mit einem Logiktester auf den Leitungen nach Impulsen suchen. Fehlen diese sind die Bausteine mit ziemlicher Sicherheit defekt.

KAPITEL 18

Einführung in die Digitaltechnik

Digitale Grundbausteine

Jeder Computer ist aus vielen einzelnen Transistoren aufgebaut. Diese sind wiederum zu logischen Grundeinheiten zusammengeschaltet. Die meisten Rechner arbeiten mit einer Versorgungsspannung von 5 Volt. Digitale Systeme kennen im Prinzip nur zwei logische Zustände: Spannung ein gleich High-Pegel und Spannung aus gleich Low-Pegel. Der Computer ist also gezwungen, mit einer besonderen Art der Mathematik zu arbeiten. Das führte zu einer Renaissance des Dualsystems und der Booleschen Algebra. Benannt nach dem englischen Mathematiker George Boole (* 2.11.1815; † 8.12.1864). Er hat im vorigen Jahrhundert die Grundlagen zu dieser Art von Mathematik gelegt.

Sie kennt genau wie der Computer nur zwei Zustände: wahr oder unwahr. Auch mit nur zwei Zahlen lassen sich größere Zahlen ausdrücken:

0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101

usw.

Mit diesen Zahlen läßt sich genauso rechnen wie mit unserem Dezimalsystem. Da, wie eben erwähnt, der Computer nur zwei Möglichkeiten kennt, nämlich »High« und »Low«, ist er gezwungen, mit diesem System zu arbeiten. Die Transistoren in unserem Computersystem sind zu logischen Grundschaltungen zusammengefaßt. Davon sind nur wenige Grundeinheiten notwendig, um einen Computer aufzubauen. Als erste Schaltung ist das UND-Gatter (engl. AND) zu nennen. Dieses zeigt folgende Eigenschaften:

A	B	X
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Nur wenn beide Eingänge einen High-Pegel aufweisen, geht auch der Ausgang auf »High«.

Das ODER-Gatter (engl. OR) besitzt dagegen folgende Wahrheitstabelle:

A	B	X
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Jeder Pegel wird direkt zum Ausgang weitergegeben.

Als letzte Grundschaltung existiert noch der Inverter. Er besitzt nur einen Eingang und einen Ausgang. Jeder am Eingang anliegende Pegel wird negiert:

A	X
0	1
1	0

Dies sind schon alle Grundelemente eines Computers. Mit diesen drei Grundschaltungen lassen sich auch die kompliziertesten digitalen Schaltungen aufbauen. Durch Zusammenschalten von einem UND-Gatter und einem Inverter entsteht ein Nicht-UND-Gatter (engl. NAND). Ein ODER-Gatter ergibt dementsprechend ein Nicht-ODER-Gatter (engl. NOR).

Aus diesen Elementen ist der nächste Baustein zusammengesetzt. Er bildet das Grundgerüst jedes Computers. Es ist das Flip-Flop. Dieses Grundelement kann einen elektronischen Zustand speichern. Mit mechanischen Mitteln kann es leicht simuliert werden. Legen Sie zwei Kugelschreiber mit Druckmechanik – wie im Foto ersichtlich – hintereinander. Ein Kugelschreiber muß dabei gedrückt sein. Drücken Sie nun auf beide Kugelschreiber gleichzeitig, so werden beide Ihren Zustand ändern. Der obere ist jetzt schreibbereit, während der untere seine Mine eingezogen hat. Ein erneuter Druck auf beide vertauscht die Zustände.

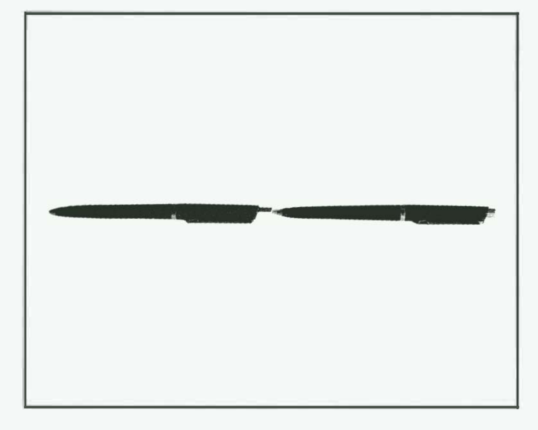


Bild 18.1: Zwei Kugelschreiber, in eben beschriebener Funktion

Genauso, nur im elektrischen Sinn, arbeitet ein Flip-Flop. Während an einem Ausgang ein High-Pegel anliegt, steht am anderen ein Low-Pegel an. Ein Impuls am Eingang steuert das Element in die entgegengesetzte Position. Solange die Versorgungsspannung ansteht, bleibt dieser Zustand erhalten, nur ein erneuter Impuls am Eingang kann das Flip-Flop wieder in die andere Lage »kippen«. Nur beim Einschalten der Betriebsspannung nimmt dieses Bauelement einen willkürlichen Zustand ein. Je nach den elektrischen Eigenschaften der einzelnen Transistoren, wird die eine oder andere Seite zuerst durchschalten und damit einen stabilen Zustand erzwingen. Die Stellung ist dabei rein zufällig.

Diese ICs werden in großen Stückzahlen hergestellt und sind dementsprechend preiswert. Verschiedene Technologien ließen verschiedene Familien von ICs entstehen. Die erste war die TTL-Familie. Sie arbeitet mit einer Versorgungsspannung von 5 Volt. Sie ist auch bei relativ hohen Frequenzen funktionstüchtig, hat aber den Nachteil eines Stromverbrauchs. Die Innenschaltung ist bei diesen ICs relativ niederohmig ausgeführt, was den hohen Stromverbrauch bedingt. Dabei sollte nicht außer acht gelassen werden, daß die Eingänge dieser ICs auch einen gewissen Strom verbrauchen. Der Ausgang der vorherigen Stufe muß diesen Strom liefern können. Die Anzahl der Bausteine, die von einem einzigen Ausgang angesteuert werden können, ist deshalb begrenzt. Der maximale Ausgangstrom wird nicht in mA angegeben, sondern in FAN-OUT. Der FAN-OUT eines TTL-IC beträgt normalerweise 10. Das bedeutet: Ein Ausgang kann maximal 10 Eingänge sicher bedienen. Nun muß man nicht glauben, daß ein TTL-IC 10 andere Bausteine treiben kann. In den Bausteinen sind manchmal mehrere Eingänge auf einen Anschluß-Pin geschaltet. Diese belasten natürlich alle den Ausgang mit einem gewissen Strom. Die Anzahl der Eingänge wird mit FAN-IN bezeichnet. Dieses gibt die Anzahl der auf dem einen Anschluß-Pin liegenden Eingänge an. Die Mitglieder dieser Familie tragen die Bezeichnungen SN 74 XXX. Die letzten drei Ziffern geben Aufschluß über die Funktion der ICs. Diese logischen Bausteine lassen sich wie mit einem Baukasten zusammenstellen und ergeben hinterher die komplette Schaltung.

Der hohe Stromverbrauch brachte die Suche nach einer besseren Technologie in Schwung. Die nächste Entwicklung brachte eine spürbare Senkung des Stromverbrauchs. Diese ICs tragen alle die Typenbezeichnug SN 74 LS XXX. Diese Bausteine sind zwar noch langsamer, aber sie kommen mit wesentlich weniger Strom aus. Da der Stromverbrauch stark gesenkt werden konnte, bleibt die Eigenerwärmung der ICs auch in vernünftigem Rahmen. Aber eine Stromversorgung durch Batterien war immer noch nicht möglich.

Erst mit der Einführung von CMOS-ICs sank der Stromverbrauch auf einige μA. Diese ICs hatten allerdings auch wieder Nachteile. Die ersten Exemplare waren so empfindlich, daß sie nur mit einigen Vorsichtsmaßnahmen zu handhaben waren. Bedingt durch den hochohmigen Aufbau, konnten sehr leicht statische Spannungen den Eingängen der ICs den Garaus machen. Wer hat noch nicht an Tagen, an denen besonders niedrige Luftfeuchtigkeit herrschte, einen gewischt bekommen, wenn man eine Türklinke oder einen anderen metallischen Gegenstand angefaßt hat? Die dabei auftretenden Spannungen erreichen erstaunlich hohe Werte. Sie können dies leicht ausprobieren: Wenn Sie wieder mal »geladen« sind, nehmen Sie einen Schlüssel fest in die Hand und nähern dessen Spitze mal einem geerdeten Metallkörper, z.B. der Heizung. Kurz bevor die Spitze des Schlüssels diesen Körper berührt, springt ein Funke über. Man kann davon ausgehen, daß ein Funkenüberschlag in der Luft erst bei einer Spannung von 1000 Volt pro Millimeter stattfindet. Das bedeutet: Erreichen Sie einen Funkenüberschlag z.B. bei einer Entfernung von drei Millimetern, so waren Sie auf eine Spannung von 3000 Volt aufgeladen. Auch für das stärkste IC ist diese Spannung natürlich viel zu hoch. Gerade weil die

CMOS-ICs so kleine Ströme benötigen, kann sich diese Spannung in ihrem Innern gefährlich aufstauen. Sie besitzen im Eingang CMOS-Transistoren, deren Sperrschicht einen Kondensator darstellt. Diese Sperrschicht besitzt eine Durchbruchspannung von ca. 70 Volt. Da diese Spannung durch die statische Aufladung bei weitem überschritten wird, kommt es zu einer Zerstörung derselben, wobei das IC natürlich seinen Geist aufgibt. Deshalb sind CMOS-ICs grundsätzlich auf einer speziellen Matte gesteckt. Diese besitzt eine elektrische Leitfähigkeit, wodurch Zerstörungen weitgehend vermieden werden. Lassen Sie diese ICs nach Möglichkeit immer in dieser Matte stecken und nehmen Sie sie erst kurz vor dem Einsetzen in die Schaltung heraus. Dabei sollten Sie darauf achten, daß Sie zu diesem Zeitpunkt nicht aufgeladen sind. Fassen Sie vorher einen geerdeten Gegenstand (z.B. die Heizung) an, um auch die geringste statische Aufladung loszuwerden. Jetzt können Sie das IC ohne Angst vor Beschädigung aus der Matte nehmen.

Die CMOS-ICs können auch in einem erweiterten Spannungsbereich eingesetzt werden. Die Versorgungsspannung darf dabei in einem Bereich von 3 bis 15 Volt liegen. Je nach Hersteller darf die Versorgungsspannung sogar bis auf 20 Volt steigen. Je höher die Betriebsspannung ist, desto höher ist auch die maximale Frequenz, die das IC noch verarbeiten kann. Dies ist besonders beim Oszillator-/Teiler-Baustein CD 4060 zu beachten. Bei einer Versorgungsspannung von 5 Volt ist der Baustein nur für eine maximale Frequenz von 1,75 MHz geeignet. Dieses kann aber je nach Hersteller variieren. Schwingt ein mit diesem IC aufgebauter Oszillator nicht an, so sollte man erst die Betriebsspannung auf ca. 10 Volt erhöhen. Dabei dürfen sich natürlich keine weiteren Halbleiter in der Schaltung befinden. Arbeitet er jetzt erwartungsgemäß, ist der IC und seine Beschaltung in Ordnung. Sie können nun einen IC eines anderen Herstellers einsetzen. Anderenfalls müssen Sie einen Transistor einsetzen, der die hohe Ausgangsspannung des IC auf ungefährliche 5 Volt herabsenkt. Natürlich ist dann der IC mit der hohen Spannung zu versorgen. Die restliche Schaltung bekommt aber nur 5 Volt. Der Transistor dient nur zur Anpassung. Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß diese hohe Betriebsspannung nur für ICs aus der Reihe der CD 40XX gilt. Die Bausteine der anderen Familien vertragen nur eine maximale Betriebsspannung von 5 Volt. Eine Überschreitung führt zur sofortigen Zerstörung der ICs.

Ein Problem stellt in diesem Zusammenhang die Zusammenschaltung von digitalen ICs mehrerer Familien dar. Wie eben schon erwähnt, müssen die Ausgänge der vorherigen Schaltung den Eingang der nachfolgenden auch treiben können. Da die Schaltungen aber immer hochohmiger werden, können sie nur noch geringe Ströme liefern. Während ein TTL-IC problemlos 100 CMOS-ICs bedienen kann, sieht es umgekehrt schon schlechter aus. Ein CMOS-Ausgang kann in vielen Fällen zwar ein TTL-LS-IC bedienen, bei einem normalen IC ist der maximale Strom aber zu gering. Hier muß nun ein Treiber nachgeschaltet werden. Geeignete Treiber-ICs sind der CD 4049 und der CD 4050. Während der CD 4050 das Signal unverändert an die nachfolgende Schaltung weitergibt, invertiert der CD 4049 das Eingangssignal. Beide Bausteine beinhalten jeweils sechs

Treiber-Bausteine. Diese ICs nehmen auch eine Pegelanpassung vor. Sie werden mit der Betriebsspannung der nachfolgenden Stufen verbunden. Sie können sowohl eine Umsetzung von kleinerer auf höhere Versorgungsspannung als auch umgekehrt vornehmen.

Die digitalen CMOS-ICs kommen in zwei Familien vor:

CD 40XX (wobei das XX die Funktion des IC angibt)

74 HC XXX

74 HCT XXX

Eine Aufstellung der gebräuchstlichen Computer-ICs finden Sie in Kapitel 23.

Auch die komplexesten ICs im C 64 sind aus diesen elementaren Bausteinen aufgebaut. Sie arbeiten nach den gleichen Kriterien wie die einfachen ICs. Dabei sind auch die gleichen Spannungswerte einzuhalten. Eine Spannung von + 5 Volt entspricht dabei einer logischen 1. Keine Spannung entspricht einer logischen 0. Dabei sind Toleranzen zulässig. Je nach IC werden Spannungen unter 2 Volt als logische 0 und Spannungen über 3,5 Volt als logische 1 interpretiert. Die ICs reagieren allerdings sehr empfindlich in bezug auf ihre Versorgungsspannung. Die Betriebsspannung von + 5 Volt muß mit einer maximalen Toleranz von +/–5 Prozent eingehalten werden. Die ICs werden sofort zerstört, wenn die Spannung auf über 7 Volt steigt. Dem Netzteil des Computers ist deshalb besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Alle diese elektronischen Bausteine befinden sich in kleinen schwarzen Gehäusen mit vielen Anschlüssen. Die Pin-Belegung ist genormt. Die Anschlüsse sind durchnumeriert. Dabei wird grundsätzlich die Belegung mit Sicht von oben auf das IC angegeben. Ganz egal, wie viele Anschlüsse ein IC auch hat. Die Zählung beginnt immer bei der Kerbe mit Anschluß 1. Wenn man das IC so legt, daß die Kerbe oben ist, werden die Pins gegen den Uhrzeigersinn durchnumeriert. Wird allerdings von unten an der Platine gemessen, liegen die Pins natürlich spiegelbildlich. An sehr großen Bausteinen, mit 40 Pins und mehr, steigt natürlich die Möglichkeit einer Verwechslung der Anschlüsse stark an. Zählen Sie deshalb ruhig zweimal, um den richtigen Anschluß zu finden. Die im C 64 verwendeten Bausteine haben Anschlüsse von 14 bis 64. Dabei ist die Hälfte aller Pins auf der einen Seite. Sie können also auch unten anfangen zu zählen. Sie müssen jetzt nur von 8 bis 14 oder von 9 bis 16 oder von 10 bis 18 oder entsprechend weiterzählen.

KAPITEL 19

Spezielle Computer-Bausteine

Ein idealer Speicher sollte ohne bewegliche Teile auskommen und seine Daten auch ohne Stromversorgung behalten können.

Die Diskettenstation stellt zwar einen Speicher zur Verfügung, der riesig ist im Vergleich zum C 64, aber das Beschreiben einer Diskette erfordert schon einigen Aufwand an Mechanik. RAM-Bausteine besitzen den Vorteil einer leichten Beschreibung, aber sie verlieren ihre Daten sofort nach Abschalten der Stromversorgung. EPROMs kommen diesem Ideal aber schon ziemlich nahe. Es sind die einzigen ICs, die einen Einblick in die faszinierende Speichertechnik erlauben. Während sich alle anderen Bausteine in einem schwarzen oder grauen Plastikgehäuse mit vielen Beinchen präsentieren, gestatten EPROMs durch ein Fenster in ihrer Oberfläche einen Einblick in ihr Innerstes. Doch was machen diese ICs und wozu dient das Fenster?

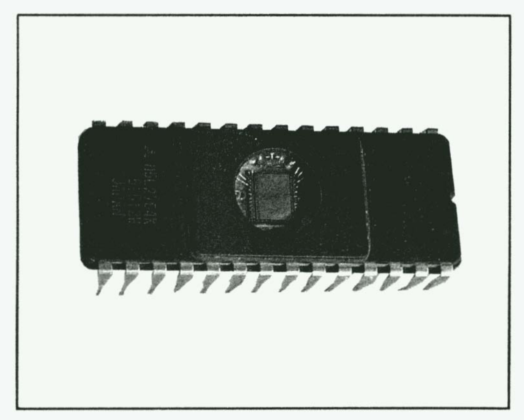


Bild 19.1: Ein Fenster für die Belichtung

In jedem Computer müssen Daten auch nach dem Ausschalten erhalten bleiben, denn der Mikroprozessor ist allein für sich sehr dumm. Ein Speicher mit einem Grundprogramm muß ihm erst einmal sagen, was er zu tun hat. Dieser Speicher darf auch nach dem Abschalten der Stromversorgung seine Daten nicht verlieren. Normale Speicher-Bausteine, die RAMs, »vergessen« ihre gespeicherten Informationen sofort nach dem Wegfall der Spannung. Ein Computer muß allerdings nach dem Einschalten sofort wissen, was er zu tun hat. Deshalb sind in Rechnern immer ROMs oder EPROMs eingebaut. Sie enthalten das sogenannte Betriebssystem. Beide sind Nur-Lese-Speicher, d.h. die CPU kann von ihnen nur Daten lesen, aber nicht hineinschreiben. Der augenfälligste Unterschied zwischen ihnen besteht darin, daß das ROM kein Fenster besitzt. Das ROM ist nur für die einmalige Programmierung vorgesehen. Einmal gespeicherte Daten können nicht mehr verändert werden. Deshalb werden ROMs nur in Großserien eingebaut. Sie werden schon bei der Herstellung programmiert (Maskenprogrammierung). Es gibt auch PROMs (unprogrammierte ROMs), sie lassen sich – ähnlich wie EPROMs – programmieren, doch während beim PROM intern Dioden durchgebrannt werden, sind es beim EPROM eingebrachte Ladungen. Ein PROM wird also irreversibel programmiert. Man kann die Dioden ja intern nicht wieder ersetzen.

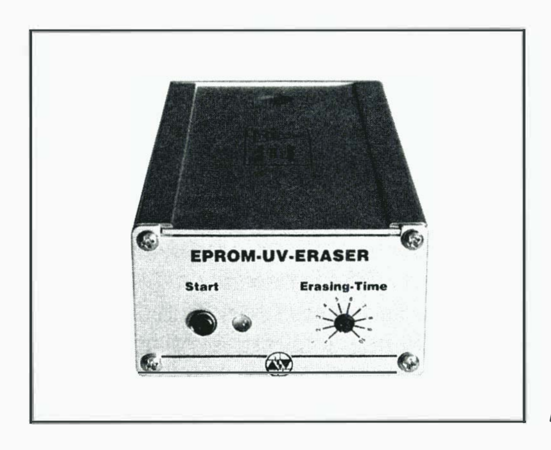


Bild 19.2: Löschgerät für EPROMs

Durch Bestrahlung des EPROMs mit UV-Licht können die Ladungen abfließen, und anschließend ist es für eine neue Programmierung bereit. Damit das UV-Licht auf den Chip kommt, besitzen EPROMs ein Fenster. Enthält das Programm also Fehler, muß das PROM weggeworfen werden, während das EPROM gelöscht und neu programmiert werden kann. Deshalb wird dem EPROM der Vorzug gegeben. Auch für den privaten Anwender bietet das EPROM viele Vorteile. Mit einem speziellen Programmiergerät lassen sich Programme in das EPROM brennen und anschließend austesten. Funktionieren sie nicht so, wie man es sich vorgestellt hat, werden sie gelöscht und können in geänderter Form erneut gespeichert werden. Laut Herstellerangaben kann man diesen Vorgang bis zu hundertmal wiederholen.

Ist allerdings für den Hobby-Programmierer die Anschaffung eines EPROMers nützlich? Benutzen Sie vielleicht Ihren C 64 für Textverarbeitung? Nervt es Sie nicht auch manchmal, daß man nach Einschalten der Computeranlage das Programm erst einmal laden muß? Bei der 1541 dauert es und dauert. Eine kleine Kaffeepause ist fast immer angesagt. Brennen Sie jedoch das Programm auf ein EPROM, so ist es kurz nach dem

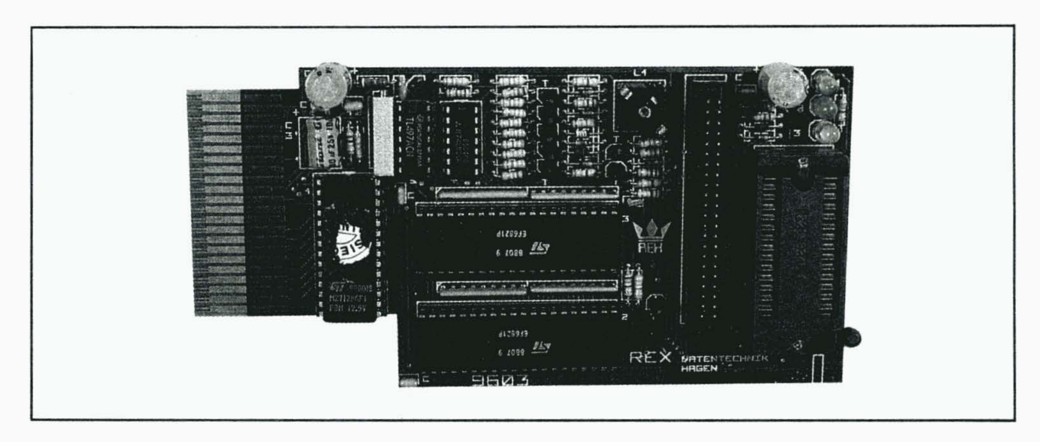


Bild 19.3: EPROMer

Einschalten des Computers verfügbar. Ihre Texte müssen Sie jedoch immer noch auf Diskette speichern, was allerdings auch sinnvoll ist, da Sie diese auch noch öfters korrigieren müssen. Doch wie kommt das Programm in ein EPROM?

Mit einem EPROMer eigentlich kein Problem, doch wenn man die vielen verschiedenen EPROM-Typen betrachtet, schon. Es gibt EPROMs von 2708 bis 27011. Dabei bezeichnen die beiden Ziffern hinter der 27 die Speicherkapazität des EPROMs in Kbit. Nach Teilung der letzten Ziffern durch 8 erhalten Sie die Größe des Speichers in Kbyte. Ein 2708 kann sich also die Daten von 1 Kbyte merken. In einem 2764 finden schon 8 Kbyte und in einem 27512 sogar 64 Kbyte Platz. Damit dürfte die Auswahl des für Sie richtigen EPROMs nicht mehr schwerfallen. Jetzt müssen Sie nur noch sicherstellen, daß Ihr EPROMer auch den ausgewählten Typ programmieren kann. Denn die verschiedenen Typen brauchen unterschiedliche Programmierspannungen. Während die modernen EPROMs mit 12,5 Volt programmiert werden, brauchen ältere Typen höhere Spannungen. Schauen Sie also nach, für welche EPROMs Ihr Programmiergerät geeignet ist. Der Programmieralgorithmus ist bei allen EPROMs gleich. Nach den Herstellerangaben muß ein Byte genau 50 Millisekunden lang gebrannt werden. Dies dauert jedoch sehr lange. Um ein 2764 zu programmieren, ist also eine Zeit von 0,05 Sekunden mal 8192 Byte gleich 6,8 Minuten nötig. Diese Zeit verlängert sich natürlich bei größeren EPROMs dementsprechend. Intelligente Programmiergeräte arbeiten deshalb nach einem anderen Algorithmus. Sie brennen die neuen Daten nur mit einem Bruchteil der vorgeschriebenen Zeit ein, schauen nach, ob die Daten schon gespeichert wurden und brennen zur Sicherheit noch mit der vierfachen der vorher benötigten Zeit nach. Das reduziert die zur Programmierung nötige Zeit außerordentlich. Um bei dem obigen Beispiel zu bleiben: Ein 2764 wird jetzt in etwa fünf Sekunden beschrieben.

Obwohl das EPROM nun nicht mehr nach den Angaben der Hersteller programmiert wurde, sind die Daten jedoch außerordentlich sicher gespeichert. Jetzt haben Sie also Ihr EPROM programmiert und stellen fest: das Programm enthält noch einen kleinen Fehler. In den meisten Fällen ist dies die Regel und nicht die Ausnahme. Hätten Sie Ihr Programm in ein ROM geschrieben, wäre dieses jetzt wertlos, da es keine Möglichkeit gibt, dessen Programmierung noch zu berichtigen. Ein EPROM dagegen kann man löschen und neu programmieren. Dazu wird ein spezielles Löschgerät benötigt. Dieses liefert eine UV-Strahlung, die alle Speicherstellen im EPROM wieder auf »High« setzt. Alle Zellen haben nun also den Wert 1111 1111 (oder FF in HEX). EPROMs lassen sich auch mit einer Höhensonne löschen. Aber diese Methode ist relativ gefährlich, da das EPROM sehr leicht zerstört wird. Selbst bei den richtigen Löschgeräten ist nicht immer sichergestellt, daß das EPROM die Prozedur überlebt. Die Löschzeit sollte deshalb immer etwas kürzer sein als in den Spezifikationen der Löschgeräte angegeben wird. Man setzt das EPROM in ein Programmiergerät und schaut nach, ob bereits alle Zellen FF anzeigen. Ist das nicht der Fall, muß das EPROM wieder ins Löschgerät. Dieses Spielchen wird nun so lange wiederholt, bis es vollständig gelöscht ist. Falls Sie eine alte Höhensonne für die Löschung verwenden, braucht sie nach dem Ausschalten eine Ruhepause von mindestens fünf

Minuten, da sonst die Quecksilberdampflampe Schaden nimmt. Nun kann das EPROM erneut programmiert werden. Funktioniert das Programm jetzt ordnungsgemäß, so ist das Quarzfenster an der Oberseite mit einem undurchsichtigen Aufkleber zu verschließen. Denn auch das normale Tageslicht enthält genügend UV-Strahlung, um das EPROM auf Dauer gesehen zu löschen. Es dauert zwar ca. drei Jahre, bis das EPROM vollständig gelöscht ist, aber einzelne Bits können schon vorher »umkippen«. Damit ist das Programm natürlich nicht mehr funktionsfähig.

Doch wohin mit dem programmierten EPROM? Haben Sie ein Anwenderprogramm, wie z.B. eine Textverarbeitung darauf gebrannt, so muß das EPROM auf eine Karte gesetzt werden, die dann in den Expansion-Port gesteckt wird. Es gibt große Modulkarten für EPROMs mit einer Kapazität von bis zu 256 Kbyte. Diese Programme sind natürlich auf mehrere EPROMs verteilt. Mit so einer Karte haben Sie mehrere Programme auf Knopfdruck sofort zur Verfügung. Wollen Sie jedoch das Betriebssystem oder den Zeichensatz des C 64 verbessern, so wird das EPROM direkt im Computer eingebaut. Dazu wird das entsprechende ROM entfernt und über einen Adaptersockel das EPROM eingesetzt. Dies ist nötig, da beide Bausteine nicht Pin-kompatibel sind (die Anschlüsse stimmen bei einigen Pins nicht überein). Nun können Sie experimentieren, bis Sie das für Sie richtige Betriebssystem oder den richtigen Zeichensatz gefunden haben. Verzweifeln Sie nicht, wenn es nicht auf Anhieb funktioniert. Auch Profis brauchen meist mehrere Anläufe. Sie wissen ja, EPROMs lassen sich wieder löschen.

KAPITEL 20

Werkzeug und Techniken

Die Werkzeugausstattung

Computer sind empfindliche Präzisionsgeräte. Deshalb muß man schon vernünftiges Werkzeug besitzen, um an seinem Innenleben arbeiten zu können. Die ältesten Schraubendreher sind hier völlig fehl am Platz. Mit ungeeignetem Werkzeug können Sie mehr Schaden anrichten, als sie wieder instand setzen können. Sie brauchen nun kein Vermögen für einen optimalen Computermeßplatz ausgeben. Wenn wir uns auf die gängigsten Fehler beschränken, und die machen über 90 Prozent aller Reparaturen aus, kommen wir mit einer Mindestausstattung an Werkzeug und Meßgeräten aus.

Zur Grundausrüstung gehören:

- diverse Schraubendreher (Kreuzschlitz- und Flachdreher in verschiedenen Klingenbreiten)
- eine kleine Flachzange
- ein Elektronik-Seitenschneider
- ein kleiner Elektronik-Lötkolben (ca. 16 W)
- Entlötlitze
- Elektronik-Lötzinn 1 mm Durchmesser

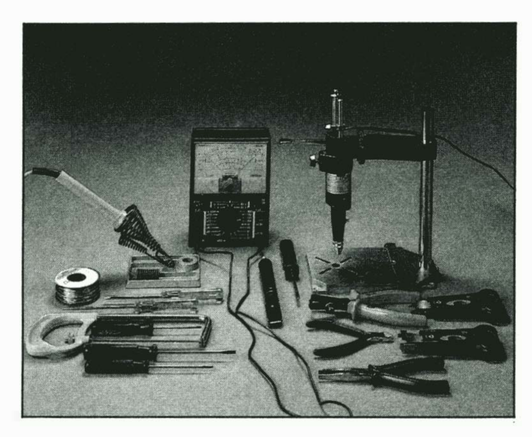


Bild 20.1: Mit dem richtigen Werkzeug läßt sich gut arbeiten

Ein einfaches Multimeter vervollständigt den Meßgerätepark. Für den Anfänger ist ein gutes Analoginstrument besser geeignet als ein digitales und zwar aus zwei Gründen: Erstens gaukelt das digitale Instrument eine Genauigkeit vor, die gar nicht da ist, und zweitens lassen sich damit Spannungsverläufe nicht verfolgen. Beim Kauf des Meßinstruments sollte man darauf achten, daß es einen Innenwiderstand von mindestens 10 kOhm besitzt. Die weiteren noch benötigten Meßinstrumente können Sie sich selbst bauen. Die Anleitungen finden Sie dazu im nächsten Kapitel.

Bedenken Sie, daß es sich bei einem Computer und seiner Peripherie um Präzisionsgeräte mit einem höchst komplizierten Innnenleben handelt. Versuchen Sie deshalb nie, etwas mit Gewalt zu öffnen. Meistens sitzt irgendwo noch eine versteckte Schraube, die das Ganze zusammenhält. Sehr schnell gibt dann ein Plastikteil nach und ein Schaden ist angerichtet. Untersuchen Sie deshalb das Gerät sehr sorgfältig nach versteckten Schrauben ab. Gerne werden Schrauben unter Typenschildern versteckt. Diese müssen Sie dann abziehen, um an die Schrauben zu kommen. Allerdings verlieren Sie Ihren Garantieanspruch, wenn Sie das Garantiesiegel verletzen. Warten Sie also immer die Garantiezeit (meistens 6 Monate nach Kauf) ab, bevor Sie sich an die Eigenreparatur machen.

Auslöten von ICs

Leider sind im C 64 fast alle Bausteine nicht gesockelt. Im Falle eines Defekts müssen sie aus der Platine ausgelötet werden. Der C 64 besitzt eine doppelseitig durchkontaktierte Platine. Das Teuerste an diesem Computer ist diese Platine. Versuchen Sie deshalb nie, mit Gewalt ein IC zu entfernen. Wenn die Platine dabei beschädigt wird, lehnen auch Fachwerkstätten das Gerät zur Reparatur ab; der Reparaturaufwand übersteigt dann den Wert des C 64 um einiges.

Die Platine des C 64 wird maschinell gefertigt. Die IC werden teilweise von Hand bestückt. Damit sie bei der weiteren Bearbeitung der Platine nicht wieder herausrutschen können, sind die Beinchen unter der Platine etwas umgebogen. Dieses verhindert wirkungsvoll das Herausfallen der ICs bei der weiteren Bestückung der Platine, erschwert aber auch sehr wirkungsvoll den Austausch bei der Reparatur.

Wie immer im Leben, gibt es mehrere Möglichkeiten, ein defektes IC zu entfernen. Im ersten Fall endet dies mit der Zerstörung des IC. Sind Sie sicher, daß das IC kaputt ist, stört es nicht weiter. Nur wenn Sie auf Probe ein IC auswechseln wollen, wird es schnell ein teurer Spaß. Aber denken Sie daran, daß die Platine bei dieser Methode weitgehend geschont wird.

Im folgenden wird beschrieben, wie Sie ICs austauschen: Knipsen Sie zunächst die Beinchen des auszutauschenden Bausteins auf einer Seite mit einem scharfen Seitenschneider komplett ab. Dann biegen Sie das IC vorsichtig hoch. Durch Hin- und Herbiegen werden die Pins auf der anderen Seite abgebrochen. Für den weiteren Ausbau muß die Platine vollständig aus der unteren Gehäusehalbschale entfernt werden. Das Auslöten der einzelnen Pins kann man am besten zu zweit erledigen. Einer hält die Platine hochkant fest und zieht mit einer Pinzette die von unten erhitzten Pins heraus. Der andere erhitzt mit einem Lötkolben die einzelnen Beinchen von unten. So werden nacheinander alle Beinchen erhitzt und mit der Pinzette entfernt. Daß sich dabei die Löcher mit dem Lötzinn wieder füllen, soll Sie zu diesem Zeitpunkt noch nicht stören. Läßt sich ein

Beinchen nicht auslöten, führen Sie etwas frisches Lötzinn zu. Das Flußmittel sorgt dafür, daß der Pin wieder ganz vom Lötzinn umspült wird. Ziehen Sie den Pin erst dann heraus, wenn er ganz locker geworden ist. Nur so verhindern Sie eine Beschädigung der Leiterbahnen auf der Platine. Haben Sie alle Beinchen entfernt, müssen die Löcher noch von überflüssigem Zinn befreit werden. Legen Sie dazu die Platine auf den Kopf. Erhitzen Sie nun die einzelnen Löcher mit dem Lötkolben und saugen Sie das überflüssige Zinn mit einer Entlötpumpe ab. Auch hierbei kann es nützlich sein, das Loch erneut zu verzinnen. Da die Platine durchkontaktiert ist, d.h. in der Bohrung selbst befindet sich am Rand eine dünne Kupferschicht, kann das vollständige Entfernen des Lötzinns einige Schwierigkeiten bereiten. Hierbei hilft uns ein kleiner Trick weiter: Nehmen Sie einen Drehbleistift mit möglichst dünner Mine. Erhitzen Sie das Lötzinn und drücken die Mine in das Loch, aber erst, wenn das Lötzinn vollständig geschmolzen ist. Aufgrund der Oberflächenspannung springt das Zinn zur Seite. Graphit wird von Zinn nicht benetzt. Es bildet nun einen kleinen Wall rund um die Bohrung. Kommen Sie nicht auf die Idee, das Loch mit einer Bohrmaschine neu durchzubohren. Wie schon erwähnt, wird dadurch auch die dünne Kupferschicht in der Bohrung entfernt. Sie beseitigen damit also die Durchkontaktierung. Dies kann zu Fehlern in der Funktion des Computers führen, die kaum noch zu beseitigen sind.

Setzen Sie nun in die frei gewordenen Löcher eine Fassung ein. Verwenden Sie hierfür nur Präzisionsfassungen. Sie kosten zwar ein paar Groschen mehr, sind aber wesentlich zuverlässiger. Verlöten Sie vorsichtig die Fassung mit der Platine. Achten Sie dabei besonders auf Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Pins. Sie wollen den Computer ja reparieren und keine neuen Fehler mit einbauen. Wenn Sie nun das neue IC einsetzen wollen, werden Sie feststellen, daß es nicht direkt in die Fassung paßt. Die Beinchen sind auf beiden Seiten etwas abgewinkelt. Außerdem hat Ihnen der Verkäufer noch gesagt, daß man die Beinchen nicht anfassen soll. Doch wie kann man das IC überreden, doch noch in die Fassung zu passen? Man faßt den Baustein mit Daumen und Zeigefinger an beiden Seiten an. Die Pins zeigen dabei vom Körper weg. Nun wird das IC so auf die Tischplatte gedrückt, daß die Beinchen einen Winkel von 90 Grad zum Gehäuse aufweisen. Dann muß das IC umgedreht werden und der Vorgang wird nochmal mit der anderen Beinchenreihe wiederholt. Jetzt kann das IC ohne Schwierigkeiten unter leichtem Druck in die Fassung eingesetzt werden. Achten Sie besonders sorgfältig darauf, daß sich kein Beinchen an der Fassung vorbeimogelt. Ist es trotzdem passiert, ziehen Sie das IC wieder vorsichtig aus der Fassung. Schieben Sie dazu einen kleinen Schraubendreher zwischen IC und Fassung und hebeln Sie den Baustein ein kleines Stückchen hoch. Auf der anderen Seite wiederholen Sie diesen Vorgang. Das machen Sie so lange, bis das IC gelockert ist und Sie es ganz leicht mit den Fingern aus der Fassung heben können. Mit einer Flachzange wird nun das verbogene Beinchen geradegebogen. Seien Sie dabei vorsichtig. Sehr schnell bricht der Pin nämlich ab und macht das IC unbrauchbar. Ist das Beinchen direkt am Gehäuse weggebrochen, hilft auch Anlöten nicht mehr. Sie benötigen dann einen neuen Baustein.

Trauen Sie sich nicht zu, die einzelnen Pins auszulöten, können Sie die Fassung auch direkt auf die Reste der alten Pins auflöten. Besonders bei größeren Computern, die manchmal Multilayer-Platinen besitzen, ist dieses Verfahren die einzige Möglichkeit, ein defektes IC auszutauschen. Bei diesen Platinen befinden sich die Leiterbahnen nicht nur auf der Ober- und Unterseite der Leiterplatte, sondern in bis zu 10 Lagen übereinander. Da man nun nicht mehr an die inneren Lagen herankommt, ist es sicherer, die neue Fassung an die oberen stehengebliebenen Pins anzulöten.

Die zweite Methode, ein IC auszulöten, besteht darin, die ausgebaute Platine unter dem IC mit einer Heißluftpistole so lange zu erhitzen, bis das Lötzinn an allen Pins geschmolzen ist. Dann läßt sich der Baustein relativ leicht aus der Platine herausziehen. Dieses Verfahren erfordert allerdings einige Übung. Sehr leicht wird sowohl das IC als auch die Platine dabei beschädigt. Wenn die Leiterbahnen anfangen sich von der Platine zu lösen, ist es zu spät. Dies sollten Sie deshalb erst einmal an einer Abfall-Platine üben. Anderenfalls gehen Sie besser nach der ersten Methode vor. Dabei wird zwar das IC irreparabel beschädigt, aber die wertvolle Platine übersteht diesen Vorgang wesentlich besser. Fachwerkstätten besitzen für diesen Vorgang spezielle Entlötstationen, die das Entlöten fast zu einem Kinderspiel machen. Leider sind diese Stationen für den Hausgebrauch viel zu teuer. Eine professionelle Entlötstation kostet leicht ein paar 1000 Mark.

Platinenherstellung

In diesem Buch befinden sich einige Bauanleitungen, die zum ordnungsgemäßen Funktionieren einer Platine benötigt werden. Die Selbstherstellung ist gar nicht schwer, wenn man ein paar Grundregeln befolgt. Wenn Sie nicht zwei linke Hände haben, können Sie Leiterplatten problemlos in den eigenen vier Wänden herstellen. Die dazu nötigen Werkstoffe und Chemikalien können Sie in der nächsten Apotheke und im Elektronikladen kaufen.

Diese Materialien bekommen Sie in folgenden Geschäften:

1. fotobeschichtete Platinen (Elektronikhandel)
2. Klarpaus-Spray (Elektronikhandel)
3. Ätznatron (Apotheke)
4. Ätzmittel (Elektronikhandel)
5. Nitraphotlampe (Elektronikhandel)

Fotobeschichtete Platinen

Diese werden im Handel in den unterschiedlichsten Ausführungen angeboten. Es gibt sie in den verschiedensten Stärken, mit verschieden dicken Kupferauflagen, ein- oder zweiseitig beschichtet, und mit unterschiedlichem Grundmaterial.

Die meisten Schaltungen werden auf einer sogenannten Europa-Platine aufgebaut. Sie besitzt die Abmessungen 100 mal 160 Millimeter. Das ist genau das Format, das direkt in die 19-Zoll-Gehäuse eingeschoben werden kann. Für unsere Zwecke reicht eine Kupferbeschichtung von 35 Mikrometern völlig aus. Die Platinen mit dickerer Beschichtung sind für Geräte gedacht, in denen hohe Ströme fließen, wie z.B. Netzteile, Leistungsverstärker etc. Da in unseren Schaltungen solche hohen Ströme nicht vorkommen, wäre es eine Verschwendung von Ätzmittel, diese Platinen einzusetzen. Außerdem verlängert sich die Ätzzeit gewaltig.

Um eine ausreichende Stabilität der Schaltung zu gewährleisten, sollte die Dicke der Platine ein bis zwei Millimeter betragen. Dies gilt aber nur für die einfachen Schaltungen, bei denen keine großen und schweren Bauelemente auf der Platine befestigt werden. Bei der Schaltung für das Netzteil sollte die Platinenstärke schon rund 2 oder besser 2,5 Millimeter betragen. Wegen der größeren Festigkeit ist hier auch einer Epoxidharz-Platine der Vorzug zu geben.

Das Material kann sowohl Epoxydharz als auch Pertinax sein. Pertinax hat den Vorteil leichter bearbeitbar zu sein und den Nachteil, daß es sich bei Feuchtigkeit etwas ausdehnt. Da wir unsere Schaltungen im allgemeinen in trockenen Räumen benutzen, fällt dieser Nachteil nicht sehr ins Gewicht. Epoxyd-Platinen sind im Inneren mit Glasfasergewebe verstärkt. Das bedeutet einen wesentlich höheren Verschleiß an Bohrern. Beachten Sie bitte, daß Sie eine Pertinax-Platine erst eine Nacht trocknen lassen, bevor Sie mit dem Bohren beginnen. Nasses Pertinax verschleißt die Bohrer enorm.

Da die meisten Schaltungen auf einseitigen Platinen aufgebaut werden, müssen zwar einige Drahtbrücken gelegt werden, aber es erspart uns zwei Arbeitsgänge, wie wir später noch sehen werden.

Ätzmittel

Es stehen uns für die Ätzung mehrere verschiedene Ätzmittel zur Verfügung. Für den Gebrauch im Hause kommen eigentlich nur zwei Mittel in Frage: Ammoniumpersulfat und Eisen-(III-)Chlorid.

Eisen-(III-)Chlorid wird in gelbgrünen Kugeln geliefert. Es bildet beim Ätzen eine schmutzigtrübe Brühe. Außerdem entsteht ein leicht stechender Geruch beim Ätzvorgang, so daß es nur in gut gelüfteten Räumen vorgenommen werden sollte.

Ammoniumpersulfat (bzw. Natriumpersulfat) ist ein geruchloses weißes Pulver, dessen Lösung sich beim Ätzen blau färbt. Persönlich gebe ich diesem Mittel den Vorzug, da es erstens geruchlos und zweitens schön klar bleibt, so daß der Ätzvorgang gut beobachtet werden kann.

Ätzschale

Beide Ätzmittel lassen sich sowohl in einfachen Entwicklerschalen als auch in Ätzgeräten verwenden.

Eisen-(III-)Chlorid wird in sogenannten Schaumätzanlagen eingesetzt. Der Vorteil solch einer Ätzanlage besteht in der sehr schnellen Ätzung der Platine. Der Nachteil bei den Schaumätzanlagen ist die große Menge an Flüssigkeit, die eingesetzt werden muß. Dies macht die ganze Anlage sehr schwer und unhandlich.

Ammoniumpersulfat wird in einer anderen Form von Ätzgeräten eingesetzt. Diese bestehen aus einer schmalen Glasküvette, in die von unten Luft eingeblasen wird, um den Ätzvorgang zu beschleunigen.

Wenn Sie nur alle paar Jahre mal eine Platine ätzen wollen, kommen Sie mit einer einfachen Entwicklerschale aus. Während des Ätzvorganges sollten Sie die Schale leicht schaukeln, um durch die Bewegung die Platine immer mit neuem Ätzmittel zu umspülen. Wollen Sie jedoch öfters Platinen anfertigen, so ist die Anschaffung eines Ätzgerätes zu empfehlen. Diese haben jedoch den Nachteil, daß Sie nicht gerade billig sind.

Belichten

Die Platinen sind mit einer UV-empfindlichen Fotoschicht bedeckt. Sie benötigen für das Belichten keine Dunkelkammer, sondern Sie können es beim normalen Tageslicht vornehmen. Natürlich sollten Sie auch nicht gerade im hellen Sonnenlicht arbeiten. Als Lichtquellen können wieder verschiedene Lampen zum Einsatz kommen. Als erstes ist die Nitraphotlampe zu nennen. Sie hat eine Leistung von 250 Watt und darf, da sie sehr heiß wird, nur in eine Fassung ohne Reflektor eingebaut werden. Im heißen Zustand ist sie sehr stoßempfindlich und ihre Lebenserwartung ist auch nicht die größte. Dann kommt als nächstes eine Fotoleuchte von mindestens 500 Watt. Am einfachsten sind noch alte Gesichtsbräuner, falls Sie noch einen auftreiben können. Sie geben die gefährliche UVA-Strahlung ab, deshalb sind sie nicht mehr im Handel. Mit diesen Geräten ergibt sich die kürzeste Belichtungszeit.

Nun wird es ernst

Nach soviel Grundlagen geht es nun endlich zur Sache. Zuerst muß das Layout vorbereitet werden. Dazu gibt es wie immer im Leben mehrere Möglichkeiten. Fotokopieren Sie sich die Seite mit dem Layout aus dem Heft. Sie können sich die Seite auf normales Papier kopieren, mit Klarpaus-Spray durchsichtig machen und direkt zum Belichten verwenden. Sie können das Layout auch auf Folie kopieren. Dann sollten Sie zur besseren Schwärzung zwei Folien kopieren, die Sie beim Belichten übereinanderlegen. Oder Sie legen eine Folie auf das Layout in dem Heft und zeichnen die Schaltung mit Abreibesymbolen nach. Diese sind absolut lichtdicht.

Jetzt wird die Folie auf die fotobeschichtete Seite der Platine gelegt. Die Layouts im Heft sind immer seitenverkehrt abgedruckt, so daß die Folie mit der bedruckten Seite nach unten auf der Platine zu liegen kommt. Das können Sie einfach kontrollieren, denn dadurch muß die Beschriftung der Folie seitenverkehrt sein.

Diese Anordnung wird dann mit einer Glasplatte abgedeckt und die Lampe in einer Entfernung von ca. 30 cm darüber befestigt. Machen Sie zunächst einen Probeaufbau,

ohne die Schutzfolie der Platine abzuziehen. Die Glasplatte muß hundertprozentig plan aufliegen und absolut sauber sein. Beschweren Sie die Glasplatte mit einigen Trafos, um die Folie fest auf die Platine zu pressen. Natürlich darf das Layout nicht verdeckt werden. Ist der Probeaufbau zu Ihrer Zufriedenheit verlaufen, kann es jetzt ernst werden. Nehmen Sie alles wieder auseinander und ziehen die Schutzfolie von der Platine ab. Achten Sie peinlich genau darauf, keine Kratzer in die Fotoschicht zu machen. Diese Stellen werden später weggeätzt und können schwer zu findende Fehler in der Schaltung verursachen. Je nach Abstand der Lichtquelle und der verwendeten Vorlage, variiert die Belichtungszeit. Als Faustregel kann man von 7 Minuten Belichtungszeit bei einem Abstand von 30 cm und einer 250 Watt Nitraphotlampe bei Verwendung einer Folie ausgehen. Arbeiten Sie mit Klarpaus-Spray, verlängert sich die Belichtungszeit natürlich um einiges. Das Fotomaterial ist aber nicht besonders empfindlich gegenüber Überbelichtung. Es verträgt ohne weiteres eine Überbelichtung von 50 Prozent. Sind Sie sich nicht ganz sicher, machen Sie vorher eine Belichtungsprobe. Dazu verwenden Sie einen Platinenrest und belichten ihn stückweise. Ziehen Sie dazu nur ein Stückchen der Schutzfolie ab, belichten zwei Minuten, ziehen die Folie wieder ein Stückchen weiter ab, belichten wieder zwei Minuten usw. Das letzte Stück der Platine ist nun zwei Minuten belichtet, das vorhergehende vier Minuten usw. So können Sie die optimale Belichtungszeit ermitteln. Für die Belichtungsprobe sollten Sie natürlich auch eine Folie mit einem Layout und eine Glasplatte darüberlegen. Nach dem Ausschalten der Nitraphotlampe müssen Sie mindestens drei Minuten warten, bevor Sie sie wieder einschalten, sonst wird die Lebensdauer der Lampe noch weiter herabgesetzt. Auch die Quecksilberdampflampe in den alten Gesichtsbräunern braucht eine gewisse Abkühlungszeit, bevor sie wieder in Betrieb genommen werden kann.

Während Sie die Platine belichten, haben Sie Zeit den Entwickler anzusetzen. Er besteht aus Ätznatron, das Sie in der Apotheke kaufen können. Es ist ein weißes Granulat, das sehr hygroskopisch ist. Es zieht aus der Luft die Feuchtigkeit stark an. Lassen Sie auf einer Glasplatte mal ein Körnchen liegen. Nach ca. einer Stunde ist das Körnchen völlig zerflossen. Das Mittel ist stark ätzend! Für die Entwicklerlösung wiegen Sie etwa 10 g von dem Ätznatron auf einer Briefwaage ab und lösen es in einem Liter Wasser auf. Achten Sie besonders darauf, daß das Ätznatron vollständig gelöst ist und auf der Oberfläche keine Körnchen mehr herumschwimmen. Kommen diese Körnchen mit der Fotoschicht in Berührung, geht der Schutzlack sofort vollständig ab und Sie erhalten an dieser Stelle das blanke Kupfer. Achten Sie sorgfältig darauf, daß Sie von der Lösung keine Spritzer auf die Kleidung bekommen. Bei der nächsten Wäsche fällt an dieser Stelle ein Loch in das Gewebe. Falls Sie etwas auf die Haut bekommen, sollten Sie es sofort mit viel Wasser abwaschen.

Inzwischen ist auch die Platine genügend belichtet. Schalten Sie die Lampe aus und lassen die Platine noch etwas abkühlen. Da die Lichtquelle sehr viel Wärmestrahlung abgibt, kann die Platine ganz schön warm werden. Die vorhin angesetzte Entwicklerlösung gießen Sie nun in eine Schale und legen die Platine mit der Fotoschicht nach oben

hinein. Schon nach wenigen Sekunden heben sich die Leiterbahnen dunkel von der Platine ab. Bewegen Sie die Schale ein wenig hin und her, um den Entwicklungsvorgang zu beschleunigen. Sie können auch mit einem weichen Pinsel vorsichtig über die Oberfläche streichen, um den gelösten Fotolack zu entfernen. Nach ca. fünf bis zehn Minuten ist der Fotolack vollständig entfernt. Um das zu überprüfen, sollten Sie mit einem scharfen Messer über die Oberfläche kratzen. Dabei darf der nun erscheinende Untergrund sich farblich nicht mehr von der anderen Kupferfläche unterscheiden. Ist das nicht der Fall, sollten Sie den Entwicklungsvorgang fortsetzen. Es kann aber auch passieren, daß Sie zu kurz belichtet haben. Dann ist der chemische Umwandlungsvorgang noch nicht weit genug fortgeschritten. Jetzt kann man die Platine entweder wegwerfen oder noch einen letzten Rettungsversuch unternehmen. Belichten Sie dazu die Platine noch einmal ganz kurz (ca. 30 bis 60 Sekunden) ohne Layoutvorlage und setzen Sie die Entwicklung dann fort. Meistens gelingt es, die Platine noch zu retten. Nach der Entwicklung ist die Platine gründlich zu spülen, da sich der Entwickler nicht mit dem Ätzmittel verträgt.

Platinenherstellung mit Vorlagen aus diesem Buch

Am Ende des Buches finden Sie Platinenseiten. Diese Vorlagen sind direkt für die Belichtung zu verwenden. Das Papier wird mit dem Layout nach unten auf die fotobeschichtete Seite der Platine gelegt. Trennen Sie die Seite aus dem Buch heraus. Dann sägen Sie sich mit der Laubsäge ein passendes Platinenstück zu. Sprühen Sie dann die entsprechende Vorlage mit dem Klarpaus-Spray ein und legen Sie sie mit der Layoutseite nach unten auf die Platine. Das Spray verfliegt ziemlich rasch, so daß nach dem Einsprühen relativ schnell gearbeitet werden muß. Vorher ist die Schutzfolie abzuziehen. Decken Sie die Anordnung mit einer Glasscheibe ab und belichten Sie die Platine mit der Nitraphotlampe ca. 10 Minuten lang. Danach muß die Platine in die Entwicklerlösung gelegt werden, die Sie vorher angesetzt haben. Wiegen Sie dazu 10 Gramm Ätznatron ab und lösen es in 1 Liter Wasser auf. Füllen Sie diese Lösung in eine Entwicklerschale, geben Sie die Platine hinzu und bewegen Sie die Schale vorsichtig. Bald erscheinen die Konturen der Leiterbahnen auf der Platine. Setzen Sie die Entwicklung so lange fort, bis alle Leiterbahnen sich deutlich auf der Platine abzeichnen und an den anderen Stellen das blanke Kupfer zum Vorschein kommt. Nun muß die Platine unter fließendem Wasser gründlich abgespült werden. Jetzt ist die Platine noch zu ätzen. Als Ätzmittel stehen für den Hobby-Bereich eigentlich nur beiden eben besprochenen zur Auswahl:

1. Eisen-(III-)Chlorid
2. Natriumpersulfat

Eisen-(III-)Chlorid besteht aus gelbgrünen Kugeln, die in Wasser aufgelöst eine schmutzigbraune undurchsichtige Brühe ergeben.

Natriumpersulfat ist ein weißes Salz, das sich in Wasser klar auflöst. Beide Ätzmittel sind von ihrer Wirksamkeit ungefähr gleich. In der Handhabung erweist sich das zweite aber wesentlich angenehmer. In der anfangs klaren, später blauen Lösung läßt sich der

Ätzvorgang besser beobachten. So kann er sofort abgebrochen werden, wenn alles überflüssige Kupfer entfernt ist. Verbleibt die Platine nämlich zu lange im Ätzbad, können Unterätzungen entstehen. Dabei werden auch vom Schutzlack überzogene Leiterbahnen vom Ätzmittel angegriffen. Sehr dünne Bahnen können sich dabei ganz auflösen.

Das Ätzmittel wird genau nach Vorschrift (steht auf der Verpackung) angesetzt. Es darf unter keinen Umständen mit Metall in Berührung kommen. Die ideale Temperatur der Lösung für den Ätzvorgang beträgt ca. 40 bis 50 Grad Celsius. Wird diese Temperatur unterschritten, verläuft das Ätzen etwas langsamer, was nichts ausmacht. Ist die Lösung aber wesentlich wärmer, so kann der Ätzvorgang so stürmisch verlaufen, daß das gesamte Kupfer entfernt wird. Die Platine läßt sich dann bestenfalls noch als Isoliermaterial verwenden.

Hat sich alles überflüssige Kupfer von der Platine gelöst, wird sie aus dem Ätzbad genommen und unter fließendem Wasser gründlich gespült. Die verbleibende Fotoschicht kann mit Brennspiritus problemlos abgewischt werden.

Bearbeiten von Platinen

Handelt es sich bei dem von ihnen verwendeten Platinenmaterial um Pertinax, so muß die Platine vor dem Bohren noch trocknen. Platinen aus Epoxydharz nehmen kein Wasser auf und lassen sich deshalb direkt nach dem Ätzen weiterverarbeiten. Nasse Pertinax-Platinen lassen sich nur äußerst schwer bohren. Der Verschleiß von Bohrern ist dann gewaltig. Die Löcher für die IC-Bohrungen sind mit einem 0,8-Millimeter-Bohrer vorzunehmen. Alle anderen Löcher können mit einem 1-Millimeter-Bohrer gebohrt werden. Das Platinenmaterial läßt sich sehr einfach mit der Laubsäge bearbeiten. Verwenden Sie aber dafür nur Metallsägeblätter. Epoxidharz-Platinen besitzen im Inneren Glasfasermatten, um die Stabilität zu erhöhen. Das Sägen wird dadurch etwas erschwert. Auch die besten Metallsägeblätter nutzen sich durch den hohen Glasanteil sehr schnell ab. Die abschließende Behandlung kann mit feinem Schleifpapier erfolgen. Damit lassen sich die letzten Unebenheiten am Platinenrand beseitigen. Zur Befestigung der fertigen Platine können Sie noch vier 3-Millimeter-Löcher an den Ecken der Platine bohren. Über vier Abstandsröllchen läßt sich nun der fertige Baustein in ein Gehäuse schrauben.

Bestücken von Platinen

Nun liegt die fertige Platine vor Ihnen. Sie ist gebohrt und wartet nur noch darauf mit elektronischen Bauteilen versorgt zu werden. Bei der Bestückung der Platinen gehen Sie immer nach dem gleichen Schema vor: Zuerst werden alle Drahtbrücken eingelötet, dann

die Widerstände und Dioden, danach die Kondensatoren und IC-Fassungen. Die ICs kommen ganz zum Schluß in die Fassungen, nachdem Sie die gesamte Schaltung noch mal sorgfältig auf eventuelle Fehler untersucht haben. Sie kennen ja den alten Elektronikerspruch: »Wer einschaltet, zahlt!« Deshalb schauen Sie lieber dreimal nach, bevor Sie die eben fertiggestellte Schaltung in Betrieb nehmen. Im Gegensatz zum Programmieren, können Fehler in der Hardware schnell sehr teuer werden. Mit einer fehlerhaft aufgebauten Schaltung können Sie nicht nur die Schaltung selbst, sondern auch den C 64 in den Elektronik-Himmel jagen.

Fehlersuche – es geht nicht!

Nun ist guter Rat teuer. Die so sorgfältig aufgebaute Schaltung gibt kein Lebenszeichen von sich. Als erstes: Keine Panik! Legen Sie die Schaltung zur Seite und machen Sie am nächsten Tag erst weiter. Wenn Sie nämlich auf Biegen und Brechen versuchen wollen, die Schaltung zum Laufen zu bekommen, zerstören Sie mehr, als Ihnen lieb ist.

Schauen Sie sich den Bestückungsplan noch einmal genau an. Sind die ICs richtig in den Fassungen? Hat sich ein Beinchen an der Fassung vorbeigemogelt? Sind die richtigen ICs an den richtigen Stellen eingesetzt? Sind die Elektrolyt-Kondensatoren richtig gepolt? Der Pluspol ist gekennzeichnet. Sind alle Drahtbrücken vorhanden? Sind die Dioden vielleicht falsch eingesetzt?

Bevor Sie die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß ein IC defekt ist, kontrollieren Sie lieber alle anderen vorhin aufgezählten Fehlermöglichkeiten. In den meisten Fällen versucht nämlich das arme IC, seine Funktion trotz der falschen Beschaltung so gut wie eben möglich zu erfüllen.

Damit sind fast alle Fehlerquellen durchleuchtet. Falls die Schaltung nun immer noch nicht arbeitet, kann nur noch die Platine in Frage kommen. Es bleibt nun nichts anderes übrig, als die Leiterbahnen Stück für Stück mit dem Ohmmeter zu kontrollieren. Eine Unterbrechung der Leiterbahn kann sich nämlich verhängnisvoll auf die Funktion der Schaltung auswirken. Auch kalte Lötstellen und Lötbrücken zwischen den zum Teil recht eng beieinanderliegenden Leiterbahnen können die Elektronik durcheinanderbringen. Nehmen Sie sich Zeit und untersuchen Sie die Platine äußerst sorgfältig mit der Lupe.

KAPITEL 21

Bauanleitungen

Hardware ist nicht nur etwas zum Lesen, der Lötkölben muß auch rauchen. Damit der trockene Stoff nicht überhand nimmt, folgen nun einige Erweiterungen, die Sie selbst leicht bauen können. Dabei handelt es sich um Meßgeräte und Zusätze rund um den C 64. Alle Bauanleitungen wurden ausführlich getestet und es dürfte keine Schwierigkeiten bereiten, sie zum Funktionieren zu bringen.

Der Durchgangsprüfer

Wie oft steht man vor dem Problem: Ist das Kabel noch in Ordnung oder nicht? Besitzer eines Ohmmeters können nun die einzelnen Leitungen des Kabels einfach durchmessen. Als erstes Gerät bauen wir uns nun einen einfachen Leitungstester (siehe Schaltung). Er besteht nur aus einer Batterie, einer LED und zwei Widerständen. So einfach der Tester auch aufgebaut ist, so nützlich ist er im Gebrauch. Man kann damit eine Vielzahl von Bauteilen auf ihre Funktion hin testen. Für diese einfache Schaltung lohnt sich ein Platinenaufbau nicht. Am besten ist, man besorgt sich ein Gehäuse, baut die drei Telefonbuchsen und die LED ein und lötet die Widerstände direkt an die Buchsen. Wenn man nun noch Bananenstecker an die zwei Meßleitungen schraubt, ist sie so gut wie fertig. Auf einen Ausschalter können wir verzichten, da das Gerät bei offenen Eingängen keinen Strom verbraucht.

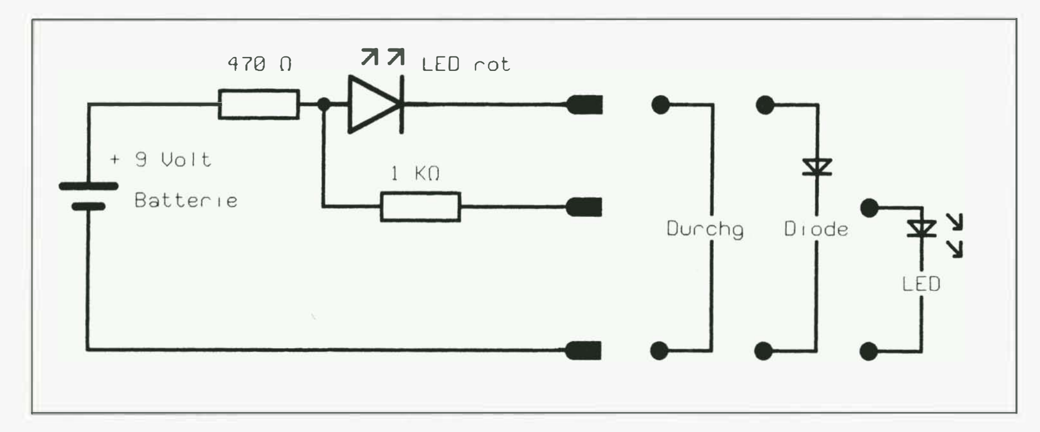


Bild 21.1: Einfach, aber wirkungsvoll: der Durchgangsprüfer

Der Logiktester

Ein zweites, in der Computertechnik unersetzliches Gerät, ist der Logiktester. Er ersetzt ein Vielfachmeßgerät und ein Oszilloskop.

In der Digitaltechnik gibt es nur zwei Zustände, nämlich Spannung (High-Pegel), im folgenden »H« genannt, oder keine Spannung (Low-Pegel), kurz »L« genannt. Des weiteren gibt es noch schnelle Änderungen der Pegel, also z.B. von »L« auf »H«, die kein Meßinstrument außer einem Oszilloskop anzeigen kann. Der Logiktester enthält nun eine Schaltung, die diese Wechsel detektiert und verlängert anzeigt (siehe Schaltung). Sie läßt sich einfach auf einer Lochraster-Platine aufbauen.

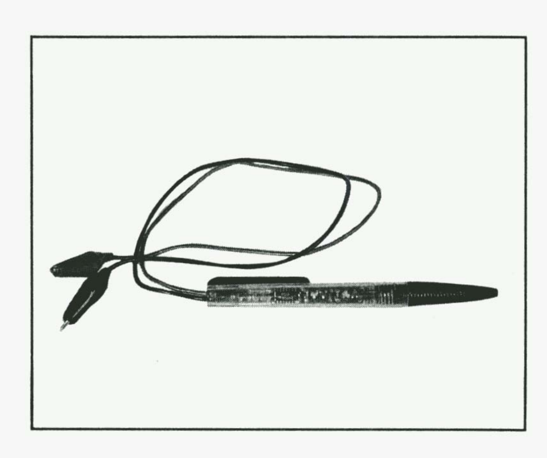


Bild 21.2: Manchmal hilft der Logiktester weiter

Das Gerät enthält nur Standardbauteile, die sich wahrscheinlich noch in jeder Bastelkiste befinden oder aber in jedem Elektronikladen um die Ecke vorrätig sind. Für alle Leser, die das Gerätchen gerne im Kugelschreiber integriert haben möchten, gibt es einen Bausatz (Adresse am Ende dieser Bauanleitung). Den Bausatz sollten sich aber nur die Leser bestellen, die auch die Möglichkeit haben SMD-Technik aufzubauen. SMD bedeutet Surface Mounted Device.

Alle Bauteile werden auf der Oberfläche der Platine festgelötet. Die Betriebsspannung des Testers darf sich im Bereich von 4,5 Volt bis 18 Volt bewegen, so daß auch CMOS-Schaltungen damit überprüft werden können. Die Stromaufnahme ist so gering, daß der Tester direkt aus der zu untersuchenden Schaltung gespeist werden kann. Im offenen Zustand liegt der Eingang über R 2 und R 3 ungefähr auf 25 Prozent der Versorgungsspannung des Prüflings, so daß sich die Komparatoren IC 1 A, B beide im Ruhezustand befinden (LED D 4 und D 5 sind erloschen). Wird der Eingang auf Low-Potential bzw. auf Schaltungsmasse gelegt, schaltet der Komparator IC 1 B seinen Ausgang von »H« nach »L« und die LED D 5 (rot) leuchtet auf. Mit Hilfe der Stromquelle, bestehend aus T 1, R 7, 8 sowie D 6, 7 wird der wahlweise durch D 4 oder D 5 fließende Leuchtdioden-Betriebsstrom in weiten Bereichen konstant gehalten. Zur Minimierung der Stromaufnahme wurden Low-Current-LEDs eingesetzt, die auch ohne zusätzliche Treiber direkt von den Ausgängen des CMOS-IC 2 ansteuerbar sind. Wird der Meßeingang auf High-Potential gelegt, schaltet der Ausgang des IC 1 A auf »L« und D 4 leuchtet auf, während D 5 erloschen ist. In einem mittleren Spannungsbereich, der laut Pegel-Spezifikation für

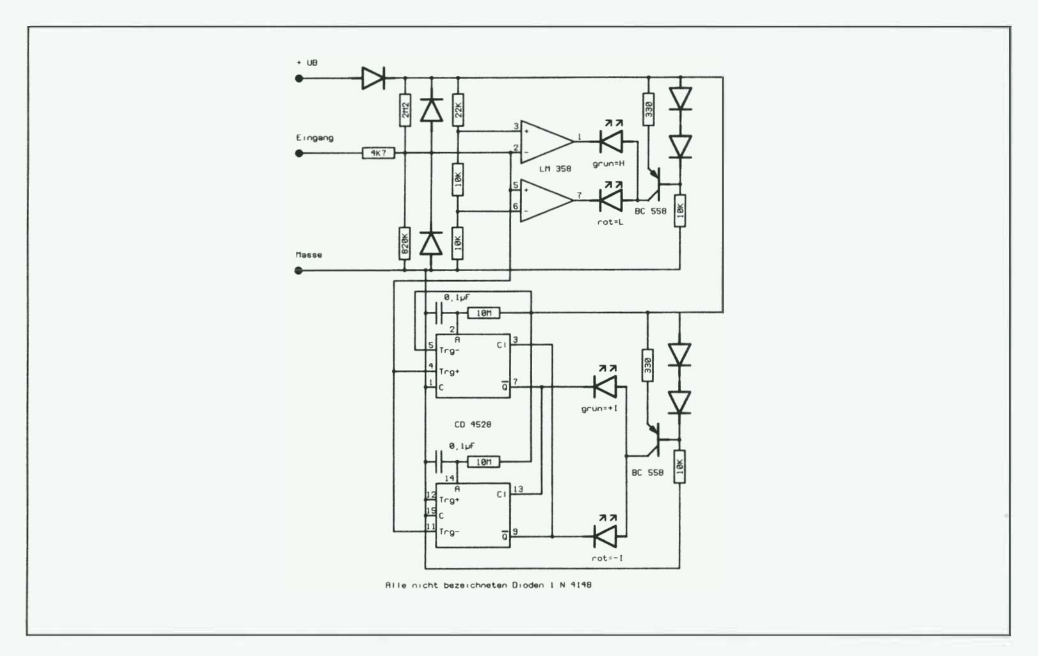


Bild 21.3: Die Schaltung des Logiktesters

TTL-Schaltkreise undefiniert ist, sind beide Leuchtdioden erloschen. Die Impulserkennung besteht im wesentlichen aus zwei retriggerbaren Monovibratoren IC 2 A und B. IC 2 A ist so beschaltet, daß nur bei einem positiven Impuls am Eingang (Pin 4) der Ausgang (Pin 7) auf »L« wechselt. Zusätzlich wird IC 2 B gesperrt. Nach Ablauf der Monozeit von IC 2 A, die bei ca. 0,4 Sekunden liegt, wird IC 2 B wieder freigegeben und die LED erlischt. Bei einem negativen Impuls geschieht das gleiche, wie eben beschrieben, nur sind IC 2 A und B vertauscht. Die Schaltung kann noch Impulse von minimal 200 Nanosekunden detektieren.

Die Anwendung des Logiktesters

Die Anzeige eines H-Pegels erfolgt mit LED D 4 (grün), eines L-Pegels mit LED D 5 (rot). Eine offene Verbindung ist durch das **Nichtleuchten** aller LEDs angezeigt.

Frequenzen unter 20 Hz kann man noch gut am wechselseitigen Aufleuchten von LED D 4 und D 5 erkennen. Zwischen 20 Hz und 10 kHz ist das menschliche Auge nicht mehr in der Lage, ein wechselseitiges Aufleuchten zu unterscheiden, d.h. für das Auge leuchten beide LEDs scheinbar gleichzeitig auf, bei etwas verminderter Helligkeit. Oberhalb von 10 kHz reicht die Schaltgeschwindigkeit von IC 1 nicht mehr aus, um D 4 und D 5 korrekt anzusteuern. In diesem Fall muß auf D 10 und D 11 ausgewichen werden, von denen eine aufleuchtet und zwar abhängig davon, bei welcher Flanke die Tastspitze an die Testfrequenz angelegt wurde.

Die Adresse für den Logiktester-Bausatz:

ELV
Der Elektronik-Spezialist
Postfach 14 20
D-2950 Leer
Tel.: 0491/6008-88

Umschalter für Joysticks

Wen hat es noch nicht gestört, daß kaum zwei Spiele den gleichen Joystick-Port benutzen? Das ewige Umstöpseln ist aber den Kontakten nicht unbedingt zuträglich. Da man sowieso meistens alleine spielt und der Platz auf dem Schreibtisch ohnehin zu klein ist, lohnt sich die Aufstellung eines zweiten Joysticks nicht. Außerdem ist es sehr lästig. Mit etwas Hardware, diesmal ohne aktive Bauelemente, fällt dieses in Zukunft weg. Für diese kleine Erweiterung werden nur zwei Sub-D-Buchsen (weiblich), ein Shadow-Schalter und eine Sub-D-Buchse (männlich) benötigt. Der Schalter gibt durch sein Sichtfenster die entsprechende Stellung an. So läßt sich die Umschaltung durch einfachen Tastendruck einfach realisieren.

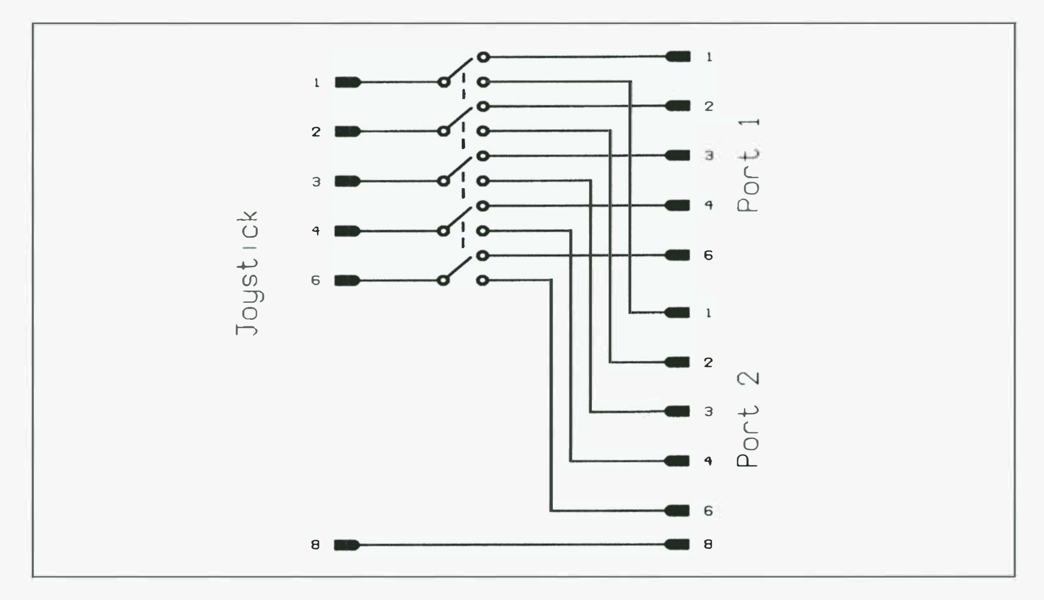


Bild 21.4: Mal ganz ohne Elektronik

Reset ganz einfach

An keinem C 64 darf ein Reset-Taster fehlen. Dieses Thema ist schon so oft besprochen worden, daß es hier nur ganz kurz abgehandelt wird. Das dauernde Aus- und Einschalten ist nicht besonders gut für den C 64. Commodore hat da wieder mal gespart. Mit nur einem Taster und zwei kurzen Kabeln kann man diesen Reset-Taster aber ganz leicht selbst realisieren. Am User-Port liegt die Reset-Leitung des Prozessors direkt an. Sie können einmal – wie auf unserem Beispiel gezeigt – den Taster im C 64 integrieren, oder ihn über einen User-Port-Stecker von außen anschließen. Sie müssen die Anschlüsse

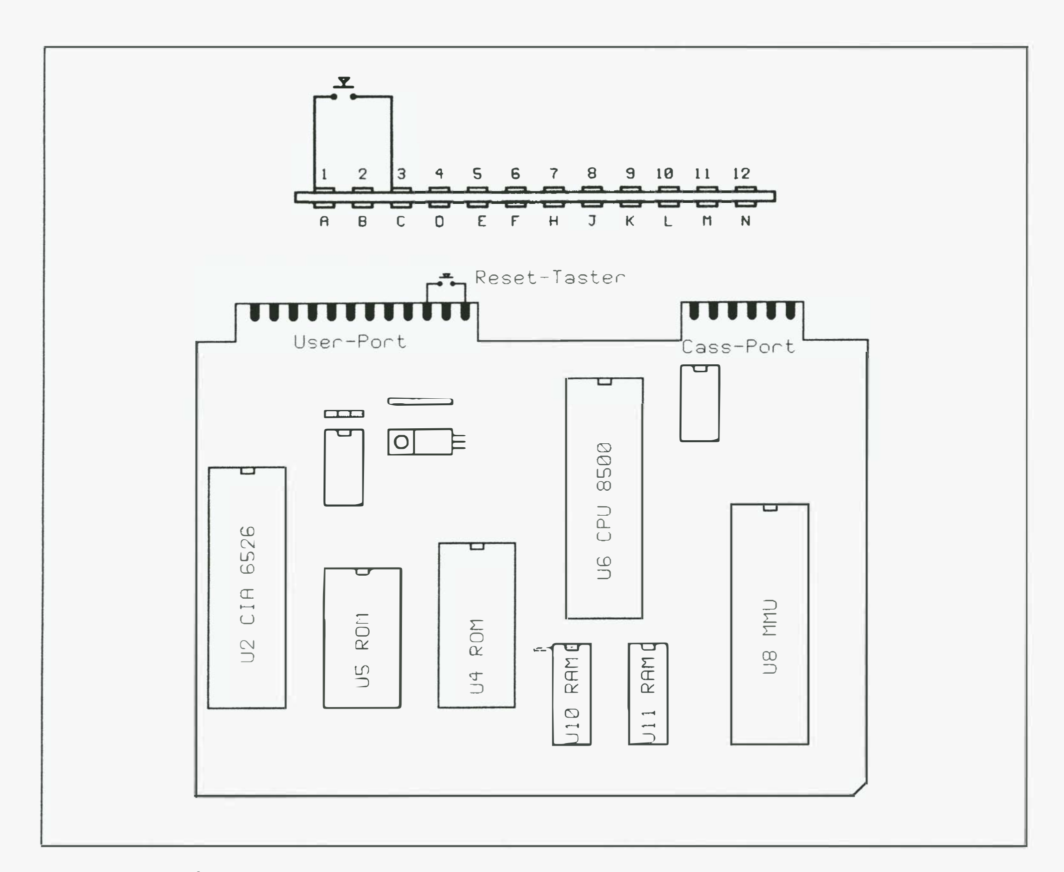


Bild 21.5: Einfacher Reset

Pin 1 mit Pin 3 über einen Taster miteinander verbinden. Dazu brauchen Sie einen Taster mit der Beschaltung »1 X Ein«. Nach der Verkabelung brauchen Sie Ihren C 64 nicht mehr auszuschalten, wenn Sie ein Spiel beenden möchten. Ein kurzer Druck auf den Taster genügt, um aus fast allen Spielen auszusteigen. Verhält sich der Computer nach Einbau

des Schalters ungewöhnlich, d.h. zeigt sich keine Einschaltmeldung auf dem Bildschirm, so kann es daran liegen, daß der Schalter defekt oder daß Sie einen Öffner eingebaut haben. An der CPU liegt dann ein Dauer-Reset an; dadurch kann sie ihre Arbeit nicht aufnehmen.

Druckerverlängerung – ganz einfach

Der User-Port des C 64, von Hause aus etwas schwach auf der Brust, wird mit einer einfachen Schaltung auf Touren gebracht. Auch das lästige Umstecken von Centronics-Kabeln läßt sich mit einer weiteren Schaltung umgehen. Kleine ICs machen es möglich, den Umgang mit dem Computer noch einfacher werden zu lassen.

Die Centronics-Schnittstelle hat sich inzwischen als Normschnittstelle für Drucker durchgesetzt. Jeder neue Drucker besitzt als einzige Verbindung zur Außenwelt eine Centronics-Schnittstelle. Drucker mit Commodore-Schnittstelle werden nicht mehr hergestellt. Unser C 64 hat nun leider von Haus aus keine derartige Schnittstelle, aber der User-Port läßt sich einfach als solche zweckentfremden. Diesbezügliche Programme, die den Port als Centronics-Schnittstelle nutzen, gibt es genug. Man könnte also glücklich und zufrieden sein, wenn nicht die CIA im C 64 die maximale Entfernung des Rechners zum Drucker bestimmen würde. Wieso eigentlich?

Man darf sich ein Kabel nicht einfach als ideale Verbindung zwischen zwei Punkten vorstellen. Es besteht aus mehreren einzelnen Adern, die über eine größere Entfernung parallel zueinander und zu der Masse-Rückführung liegen. Zwei parallele Leiter besitzen aber zueinander eine gewisse Kapazität, die bei jedem Wechsel von 0 auf 1 umgeladen werden muß. Zum Umladen sind jedoch Ströme erforderlich. Diese sind um so größer, je größer die Kapazität, sprich je länger die Leitung ist. Die CIA im C 64 kann aber nur einen maximalen Strom von zwei Milliampere liefern. Das bedeutet, daß ein zu langes Kabel zum Drucker die CIA überlastet. Das muß nicht (kann aber) zur Zerstörung des Schnittstellen-Bausteins führen, außerdem kann die Datensicherheit beeinträchtigt werden. Also muß ein Treiber her!

Die sichere Centronics-Schnittstelle

Um die CIA zu entlasten benötigt man nur einen Baustein, der die nötigen Ströme zur Verfügung stellt. In der Vielfalt der TTL-Chips gibt es mehrere, die den Anforderungen genügen. Wir haben uns für den 74 LS 541 entschieden. Er hat den Vorteil eines einfacheren Layouts der Leiterplatte. Alle anderen Treiber-Bausteine aus der TTL-Reihe würden genauso in dieser Schaltung ihren Dienst verrichten. Sie müßten dann nur das Layout der Platine verändern. Mit den beiden G-Anschlüssen kann der Baustein in den Tri-State-Zustand gebracht werden. In der Digital-Technik gibt es ja eigentlich nur zwei

Zustände: 0 und 1. Will man jedoch mehrere Baustein-Ausgänge zusammenschließen, wie es in einem Computer öfters nötig ist, braucht man einen weiteren Zustand: den Tri-State. Wird ein Baustein in diesen Zustand gebracht, so verhält er sich, als wäre er für das System nicht vorhanden. Er schaltet seine Ausgänge auf einen sehr hohen Widerstand. Da wir in unserer Schaltung diesen Schaltzustand nicht benötigen, liegen die beiden G-Eingänge fest auf Masse. In dem IC 74 LS 541 sind acht Treiber-Bausteine integriert. Diese reichen für die acht Datenleitungen aus. Für den Centronics-Port werden aber noch zwei weitere Leitungen benötigt. Einmal das Strobe-Signal, das vom Rechner an den Drucker gesendet wird, um ihm anzukündigen, daß die anliegenden Daten gültig sind. Der Drucker übernimmt jetzt diese Daten in seinen Speicher. Anschließend signalisiert er über die Acknowledge-Leitung, daß er weitere Daten in Empfang nehmen kann. Diese beiden Leitungen werden über ein IC vom Typ 7407 gepuffert. Für die gesamte Schaltung reicht eine kleine einseitige Platine aus. Es müssen aber vier Drahtbrücken gelegt werden, wobei eine unter dem IC 1 zu liegen kommt. Löten Sie bitte diese Brücken zuerst ein. Das Layout ist so angelegt, daß direkt ein User-Port-Stecker angelötet werden kann. Sie müssen dann nur noch von Pin 2 des Steckers ein kurzes Stück Draht zur Platine legen. Am anderen Ende der Platine befinden sich zehn Lötpunkte zur Befestigung des Centronics-Kabels. Verbinden Sie diese Punkte über ein mindestens zehnpoliges abgeschirmtes Kabel mit einem Centronics-Stecker. Die Stromversorgung erhält die Schaltung vom User-Port.

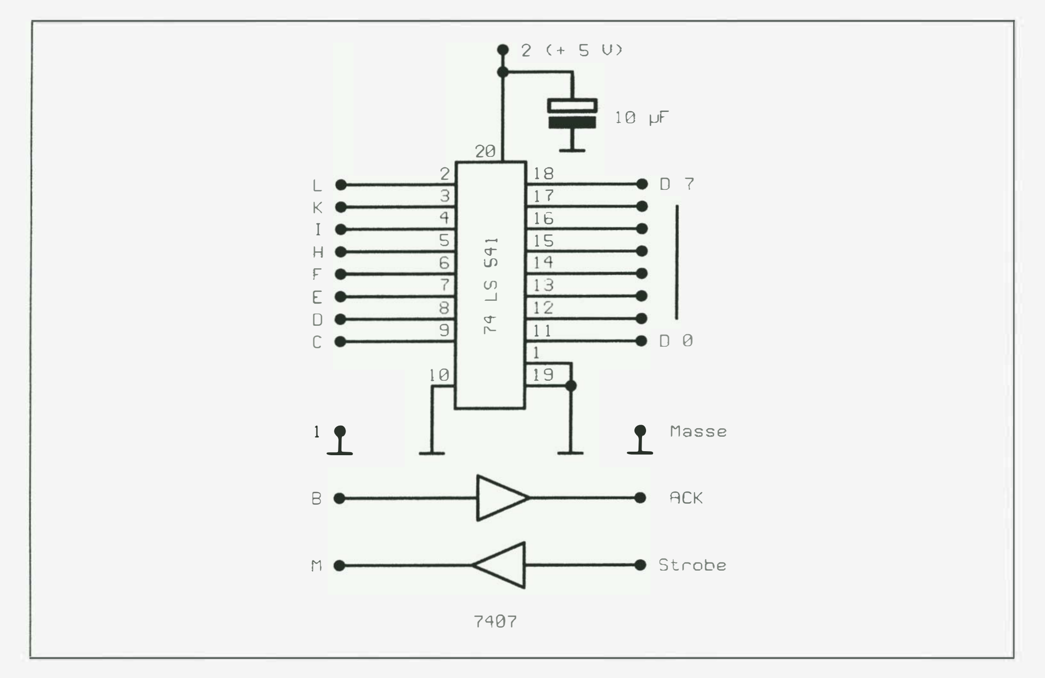


Bild 21.6: Die Schaltung der Druckerverlängerung

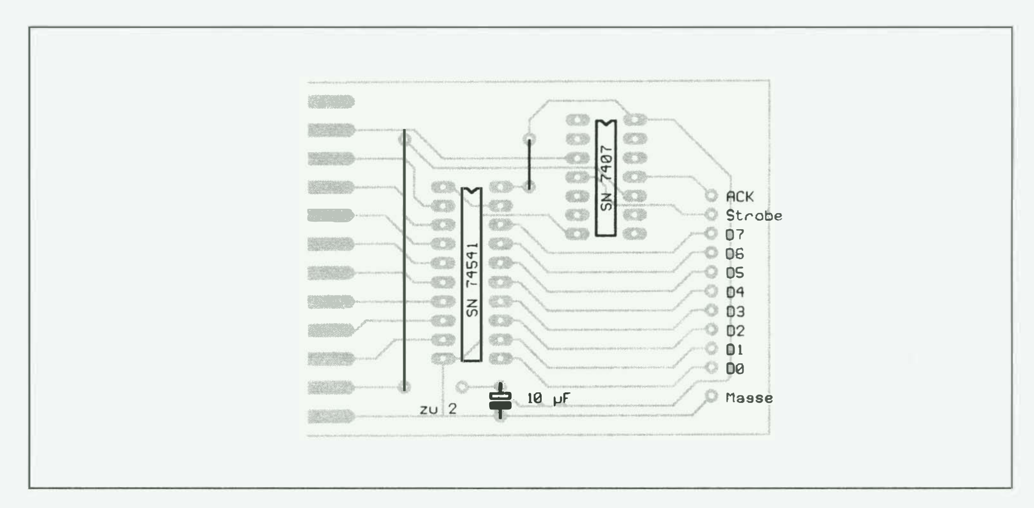


Bild 21.7: Der Bestückungsplan

Die Centronics-Schnittstelle:

Pin	Signal
1	Strobe
2	D 0
3	D 1
4	D 2
5	D 3
6	D 4
7	D 5
8	D 6
9	D 7
10	ACK

Die Anschlüsse 19 bis 27 liegen auf Minus.

Centronicsverlängerung

Haben Sie sich auch schon mal geärgert, daß Ihnen die CIA im C 64 durchgebrannt ist, weil das Parallelkabel zum Drucker zu lang war. Mit ca. 35 Mark waren Sie dann wieder dabei. Damit ist jetzt Schluß. Sie können nun mit dieser Schaltung das Kabel unbesorgt bis zu einer Länge von fünf Metern ausbauen. Außerdem sehen Sie die Daten über die LEDs zum Drucker flitzen. Als Treiber-ICs wurden die TTL-Bausteine SN 7407 gewählt, diese können einen Strom von max. 40 mA aufnehmen. Das ist 20mal soviel wie der Ausgang der CIA im C 64. Da die Centronics-Eingänge in den Druckern alle Pull-up-Widerstände besitzen, kann man Treiber-ICs mit offenen Kollektorausgängen benutzen.

Als LED-Treiber wurde der ULN 2003 eingesetzt. Diese Schaltung läßt sich leicht auf einem Stückchen Lochrasterplatte aufbauen. Verwenden Sie für die LEDs Low-Current-Ausführungen. Das Netzteil des C 64 wird es Ihnen danken.

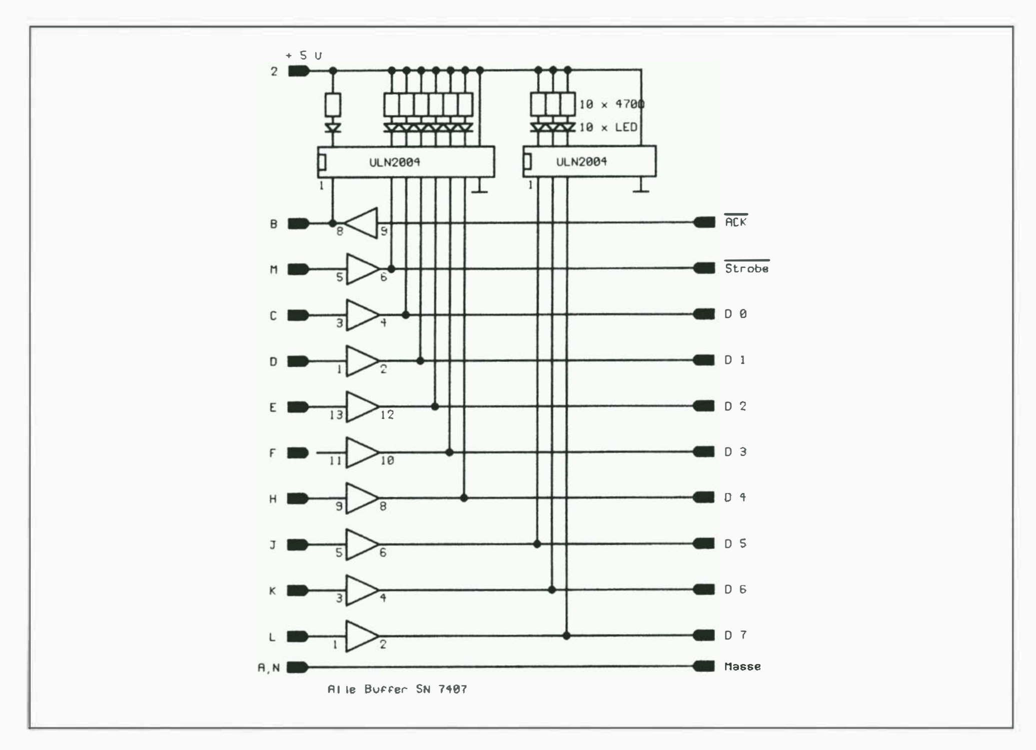


Bild 21.8: User-Port-Display

Neues Netzteil für den C 64

Das Netzteil des C 64 ist gerade richtig dimensioniert, wenn es nur den Computer mit Strom versorgen muß. Am Anfang reicht es deswegen vollständig aus. Aber so wie der Anwender sich weiterentwickelt, wird der C 64 weiter ausgebaut. Nur das Netzteil bleibt dabei auf der Strecke. Der Stromverbrauch steigt durch die zahlreichen Erweiterungen, wodurch es immer stärker belastet wird. Irgendwann kommt es dann zum Kollaps. Das Netzteil gibt seinen Geist auf. Nun ist guter Rat teuer. Ein neues Netzteil für den C 64 hat auch nicht mehr Leistung. Damit ist die Zerstörung des Netzteils schon abzusehen. Warum nicht ein Netzteil selbst bauen? Mit dieser Bauanleitung zwingt auch die größte Erweiterung das Netzteil nicht in die Knie. Mit einer Überspannungssicherung wird Ihre wertvolle Hardware bei einem Defekt wirkungsvoll geschützt.

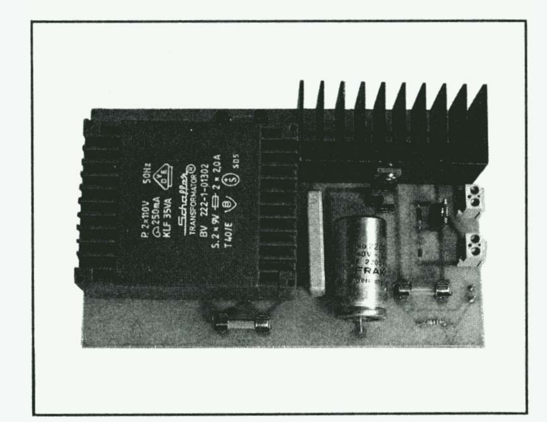


Bild 21.9: Das neue Netzteil

Doch bevor Sie das Netzteil nachbauen, bedenken Sie, daß der Umgang mit 220 Volt Netzspannung eine gefährliche Sache ist. Beachten Sie unbedingt die VDE-Vorschriften! Bevor Sie es in Betrieb nehmen, lassen Sie es von einem Fachmann untersuchen.

Der C 64 benötigt, um zu funktionieren, zwei Spannungen: 5 Volt Gleichspannung und 9 V Wechselspannung. Die 5-V-Spannung darf um maximal 5 Prozent von der Sollspannung abweichen. Inzwischen sind Regel-Bausteine auf dem Markt, die eine Spannungsstabilisierung zum Kinderspiel machen, wenn man gewisse Konditionen berücksichtigt. Zunächst müssen alle Teile laut Stückliste besorgt werden. Achten Sie besonders beim Netztransformator darauf, daß Sie eine neuere Ausführung erwischen und nicht einen obskuren Trafo aus der Bastelkiste verwenden. Der Transformator ist das Verbindungsglied zwischen den 220 Volt Netzspannung und der ungefährlichen Niederspannung auf der Sekundärseite.

Der Transformator sollte folgende Sekundärspannungen besitzen: 2 Wicklungen mit jeweils 9 Volt bei einer Strombelastbarkeit von jeweils 2 Ampere. Wenn Sie einen solchen Trafo kaufen, anschließen und dann die Spannungen mit einem Digital-Voltmeter nachmessen, werden Sie feststellen, daß die Werte ganz erheblich von 9 Volt nach oben hin abweichen. Jetzt müssen Sie aber nicht glauben, daß man Ihnen einen falschen Transformator verkauft hätte. Die aufgedruckten Werte geben die Spannung bei Belastung an. Als kleinen Nebeneffekt unserer Schaltung kann der Wechselspannungsausgang am User-Port jetzt mit einen Strom von 500 mA belastet werden. Der Transformator kann zwar noch wesentlich mehr Strom liefern, aber die Leiterbahnen im C 64 machen das nicht mit.

Von Wechsel- zu Gleichspannung

Dafür ist der Gleichrichter zuständig. Wir verwenden den Typ B 40 C 5000/3300. Der Buchstabe B bedeutet hierbei, daß es sich um eine Brückenschaltung von vier Dioden handelt. 40 erlaubt eine maximale Betriebsspannung von 40 Volt und C 5000/3300 eine maximale Strombelastung von ungekühlt 3300 mA bzw. bei einer Befestigung auf einem Kühlblech 5000 mA.

Um die maximale Spannung nach Gleichrichtung am Kondensator zu bestimmen, müssen wir etwas rechnen. An einer Gleichrichterdiode fallen 0,7 Volt Schwellspannung ab. Nehmen wir einmal eine unbelastete Sekundärspannung von 12 Volt an, so ergibt sich folgende Spannung am Kondensator: (12 V x 1,41) – 2 x 0,7 V = 15,52 V. Die 1,41 ist ein Formfaktor für die Beziehung zwischen Wechsel- und Gleichspannung. Nach dieser Rechnung würde ein Kondensator mit einer Spannungsfestigkeit von 16 Volt ausreichen, aber durch Netzspannungsschwankungen kann die Spannung wesentlich höhere Werte annehmen. Deshalb ist hier ein Kondensator mit wenigsten 25 Volt einzusetzen. Wer ganz auf Nummer Sicher gehen will, nimmt einen mit 35 Volt Spannungsfestigkeit. Dann kann gar nichts passieren. Elektrolyt-Kondensatoren haben nämlich die unangehme Eigenschaft, bei Überspannung oder falscher Polung zu explodieren!

Die Spannungsstabilisierung

Jetzt kommt der Regel-IC ins Spiel. Es handelt sich um einen Dreibeiner der Serie 78 Y XX. Die 78 gibt an, daß es ein Positivregler ist. Davon gibt es mehrere Sorten:

Regel-IC	maximal entnehmbarer Strom
78 L XX	100 mA
78 M XX	500 mA
78 XX	1 A
78 S XX	2 A
78 H XX	5 A
78 P XX	10 A

Die Zahlen hinter dem Buchstaben geben die Ausgangsspannung an. Die Eingangsspannung muß mindestens 3 Volt über der Ausgangsspannung liegen. Sie darf auch bei Belastung durch den C 64 nicht unter 8 Volt sinken. Dieser IC macht nun aus den 15 Volt die für den C 64 benötigten 5 Volt. Die überschüssige Leistung von (15,52 V – 5 V) x 1,2 A = 12,3 W setzt der Regler in Wärme um. Sie wissen vielleicht, wie heiß eine 15-Watt-Glühbirne werden kann. Fast dieselbe Wärme erzeugt auch der Regler. Diese Wärme muß abgeführt werden, da sonst der Regel-IC (durch die eingebaute Übertemperatursicherung) die Spannung zurücknehmen würde. Der von uns verwendete IC kann seinen maximalen Strom von 2 Ampere nur dann liefern, wenn er nicht zu warm wird. Der Kühlkörper muß also eine entsprechende Größe aufweisen, da der C 64 bei einer Betriebsspannung von 4,5 Volt aussteigt. Direkt am IC sitzen zwei Keramik-Kondensatoren, diese sorgen für ein stabiles Verhalten des Reglers. Obwohl der IC nur drei Anschlüsse hat, ist sein Innenleben äußerst kompliziert. Er beinhaltet mehrere Operationsverstärker, die über diese Kondensatoren stabilisiert werden. Ohne sie könnte sich das Netzteil sehr merkwürdig benehmen. Sie müssen so dicht wie irgendmöglich am Regler angelötet werden. Die Leuchtdiode am Ausgang der Schaltung dient zur Einschaltkontrolle. Der dazugehörige Widerstand begrenzt den Strom durch die Diode. Ohne ihn würde sie nur einmal, aber dafür sehr hell, aufleuchten.

Professionelle Computernetzteile besitzen eine Überspannungssicherung, deren einzige Aufgabe es ist, eine Sicherung zu zerstören, wenn die Spannung des Netzteils auf über 5,6 Volt ansteigt. Dadurch wird die wertvolle Computer-Hardware wirkungsvoll geschützt. Die Sicherung ist eigentlich sehr primitiv, aber genial einfach konstruiert. Die Zener-Diode ist in Sperr-Richtung geschaltet. Sie leitet erst, wenn die Spannung über 5,6 Volt ansteigt. Dadurch zündet sie den Thyristor, der einfach die Spannungsversorgung kurzschließt und dabei die Sicherung durchbrennen läßt. Ein Thyristor ist ein elektronisches Vierschicht-Bauelement, das – einmal gezündet – erst dann wieder hochohmig wird, wenn der es durchfließende Strom auf 0 zurückgeht. Für die Sicherung muß unbedingt der angegebene Typ benutzt werden, da sonst das komplette Netzteil zerstört werden kann. Sicherungen gehen nämlich nicht bei dem auf ihnen angegebenen Strom kaputt, sondern erst dann, wenn der Maximal-Strom über eine bestimmte Zeit mehr als das 1,5fache beträgt. Dies kann bei einer trägen Sicherung rund 30 Minuten dauern. Im Normalfall verhält sich die Schaltung so, als wenn sie nicht vorhanden wäre.

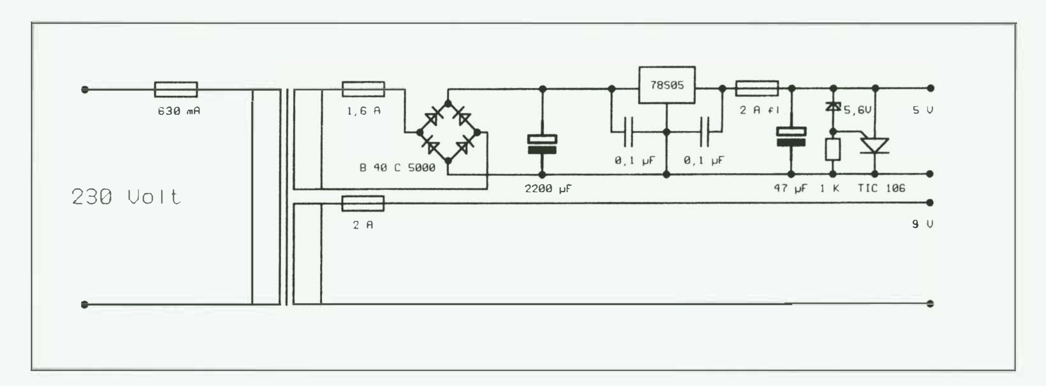


Bild 21.10: Die Schaltung des Netzteils

Wofür Wechselspannung?

Die erste komplizierte Hälfte unseres Netzteils ist nun endlich fertig. Doch der C 64 benötigt ja auch noch 9 Volt Wechselspannung. Wieso eigentlich? Einige ICs brauchen für ihre ordnungsgemäße Funktion eine negative Hilfsspannung und die CIAs besitzen eine Echtzeituhr, die einen genauen Takt erfordert. Dieser Takt wird aus den 50 Hz der Netzspannung abgeleitet. Die negative Hilfsspannung wird aus den 9 Volt Wechselspannung erzeugt. Kommen Sie bitte nicht auf die Idee, Ihren C 64 nur mit 5 Volt Gleichspannung betreiben zu wollen.

Die Schaltung ist nach dem Platinenlayout schnell aufgebaut. Beachten Sie den Bestückungsplan: Falsch gepolte Elektrolyt-Kondensatoren können explodieren! Zum Aufbau der Schaltung gibt es eigentlich nichts zu sagen. Wichtig ist, daß der Festspannungsregler (78 S 05) unbedingt einen Kühlkörper bekommt. Der Regler sollte isoliert auf dem Kühlkörper montiert werden. Die Glimmerscheibe ist auf beiden Seiten mit

etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen. Sie müssen auch darauf achten, daß Sie einen 78 S 05 bekommen. Der normale 78 05 kann nur 1 Ampere an Strom liefern, während der S-Typ für 2 Ampere ausgelegt ist. Die Anschlußbilder des Regel-IC und des Thyristors können Sie mit der Zeichnung noch einmal kontrollieren.

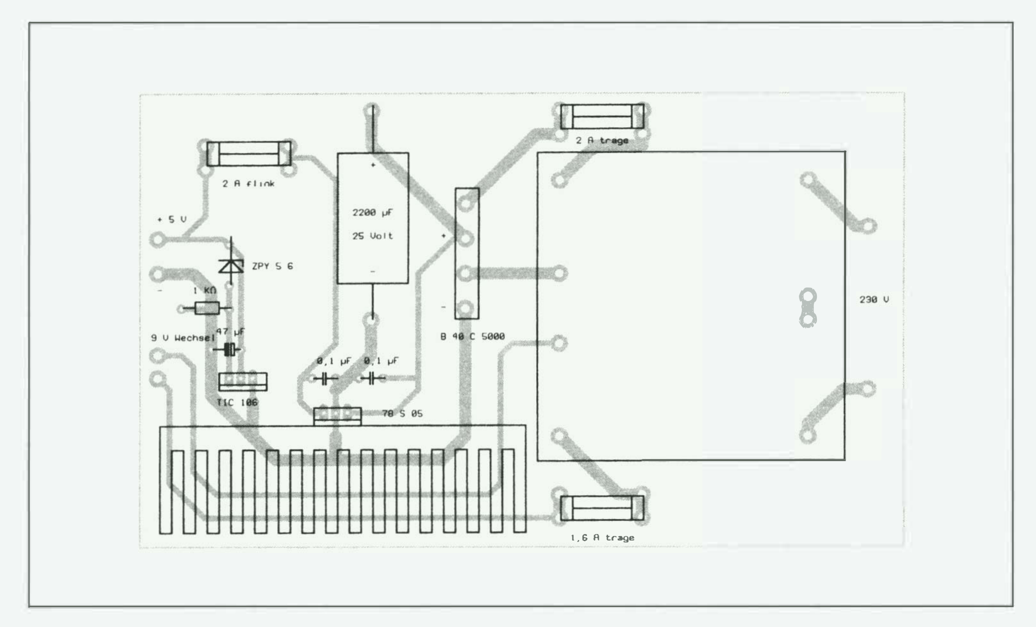


Bild 21.11: Bestücksplan des Netzteils

Falls Sie ein Metallgehäuse verwenden wollen, müssen Sie ein dreiadriges Kabel mit Schukostecker benutzen. Die grüngelbe Litze wird an das Gehäuse geschraubt. Denken Sie an eine Zugentlastung des Netzkabels. Die Stromversorgungsleitung zum C 64 übernimmt das Kabel vom alten Netzteil. Bitte richtig anschließen!

Wenn Sie sich im Umgang mit den 220 Volt nicht ganz sicher sind, lassen Sie das Gerät vor der Inbetriebnahme durch einen Fachmann überprüfen.

Stückliste Netzteil:

1 Transformator	2 x 9 Volt, ca. 30 Watt, Schaffer (B 222-1-01302)
1 Gleichrichter	B 40 C 3300/5000
1 Festspannungsregler	78 S 05
1 LED	rot
1 Widerstand	220 Ohm
1 Elko	2200 µF/35 Volt
1 Elko	100 µF/16 Volt
1 Elko	47 µF/16 Volt

2 Kondensatoren	0,1 µF
2 Sicherungen	1,6 A träge
2 Sicherungshalter	
1 Kühlkörper	
1 Platine	
1 Gehäuse	
1 Schalter	2polig 250 V, 2 A

Stückliste Überspannungssicherung:

1 Thyristor	TIC 116 M8
1 Zener-Diode	5,6 V/400 mW
1 Widerstand	1 K
1 Sicherung	2 A flink
1 Sicherungshalter	

Anschlußbuchse im C 64:

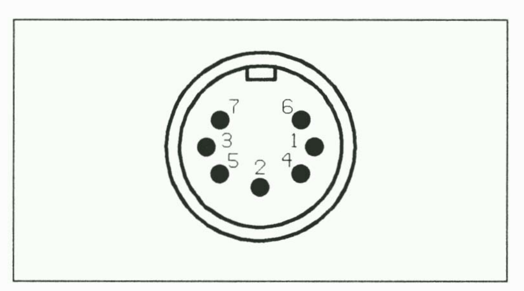


Bild 21.12: Stromversorgung zum C 64

Pin	Bezeichnung
1	Gnd
2	Gnd
2	Gnd
4	nicht verwendet
5	+ 5 Volt
6	9 Volt Wechselspannung
7	9 Volt Wechselspannung

KAPITEL 22

Lexikon

Der Widerstand

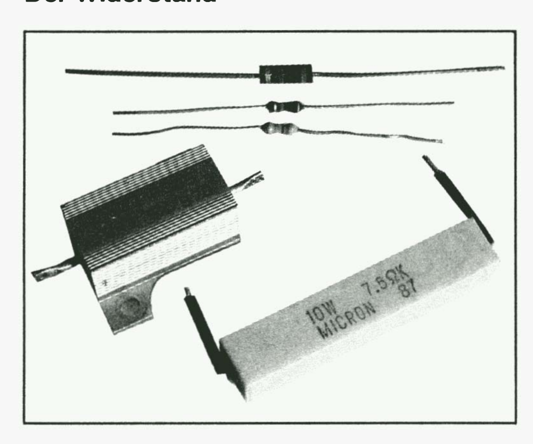


Bild 22.1: Widerstände existieren in verschiedenen Ausführungen

Bei diesem Bauteil fällt unangenehm auf, daß sie meist keine Beschriftung enthält. Fünf bunte Ringe stellen einen Code dar, der den Widerstandswert angibt. Dieser Code wurde aufgedruckt, um den Wert dieses Bauteils aus jeder Einbaulage heraus ablesen zu können. Ein von den anderen mehr oder weniger entfernter Ring gibt die Toleranz des Widerstands an. Achten Sie darauf, daß Sie für unsere Bauanleitungen nur Widerstände mit wenigstens fünf Prozent Toleranz einsetzen. Diese besitzen einen goldenen Ring. Verwenden Sie auf keinen Fall Widerstände mit einem silbernen oder ohne vierten Ring. Die Belastbarkeit der Widerstände ist generell, wenn nicht anders angegeben, 0,25 Watt.

Widerstandscode:

1. Ring 1. Stelle	2. Ring 2. Stelle	3. Ring Multiplikator	4. Ring Toleranz
schwarz	0		
braun	1		
rot	2		
orange	3		
gelb	4		
grün	5		
blau	6		
lila	7		
grau	8		
weiß	9		

Multiplikator:

silber	x 0,01
gold	x 0,1
schwarz	x 1

Multiplikator:

braun	x 10
rot	x 100
orange	x 1000
gelb	x 10 000
grün	x 100 000
blau	x 1 000 000

Toleranz:

ohne Ring	+/– 20 Prozent
silber	+/– 10 Prozent
gold	+/– 5 Prozent
rot	+/– 2 Prozent
braun	+/– 1 Prozent

Beispiel:

Der Widerstand weist folgende Farbringe auf:

braun	schwarz	rot	rot
1	0 x 100	Toleranz	2 Prozent

Es handelt sich hierbei um einen Widerstand mit einem Wert von 1000 Ohm oder 1 kOhm und 2 Prozent.

Der Kondensator

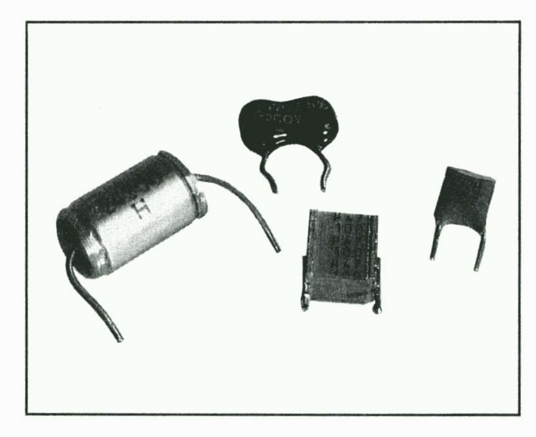


Bild 22.2: Kondensatoren

Kondensatoren werden in sehr vielen verschiedenen Ausführungen hergestellt. Für jeden Anwendungszweck gibt es einen speziellen Typ. Setzen Sie nur den Kondensator ein, der

auch in der Stückliste angeben ist. Es wird zwischen Keramik-, Folien-, Tantal- und Elektrolyt-Kondensatoren unterschieden. Tantal- und Elektrolyt-Kondensatoren sind gepolt. Achten Sie sorgfältig auf die richtige Bestückung! Falsch gepolte Kondensatoren können **explodieren**. Die maximale Betriebsspannung ist bei diesen Typen aufgedruckt. In frequenzbestimmenden Kreisen oder in Filtern, wie z.B beim Einsatz am SID, kommen nur Folien-Kondensatoren zum Einsatz, wegen ihrer stabilen Kapazität. Für jeden Kondensator gibt es ein spezielles Anwendungsgebiet. Als Abblock-Kondensatoren für digitale Systeme haben sich trotz des relativ hohen Preises inzwischen Tantal-Kondensatoren durchgesetzt. Elektrolyt-Kondensatoren haben eigentlich nur noch Aufgaben in der Siebung im Netzteil durchzuführen. Kommen Sie nicht auf die Idee, die neuen Goldfolien-Kondensatoren, trotz ihrer hohen Speicherkapazität, zur Siebung einzusetzen. Sie besitzen einen sehr hohen Innenwiderstand, der sie befähigt, einen kleinen Strom über eine sehr lange Zeit kontinuierlich abzugeben. Das reicht aus, um RAM-Bausteinen über längere Zeit Datensicherheit zu gewährleisten. Aber für die Siebung der Netzspannung ist dieser Innenwiderstand viel zu hoch. Ein Kondensator an dieser Stelle würde nichts bewirken. Er könnte den erforderlichen Strom nicht liefern. Keramik-Kondensatoren sind in der Digitaltechnik nur für Abblockzwecke zu verwenden. Ihre ausgezeichneten HF-Eigenschaften befähigen sie, in idealer Weise sehr schnell hohe Ströme zu liefern. Diese Ströme treten z.B. beim Umschalten von digitalen Schaltungen auf.

Das Relais

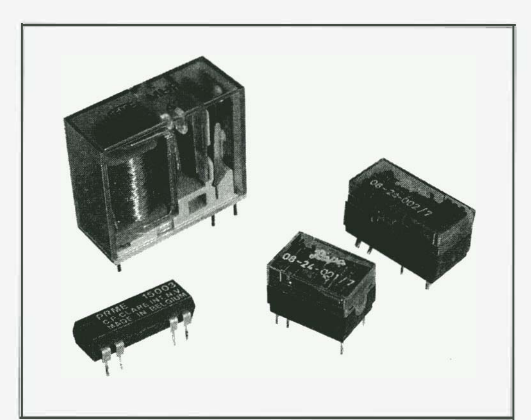


Bild 22.3: Relais

Dieses Bauteil ist nichts anderes als ein digitaler Verstärker. Durch einen kleinen Strom wird ein großer und galvanisch getrennter Strom gesteuert. Das Relais erlaubt bei kleiner Bauform eine unproblematische Verwendung. Die Schutzdiode parallel zur Spule darf nie weggelassen werden, da die Spule, wie jede Induktivität, beim Abschalten eine negative Spannungsspitze erzeugt, die den steuernden Halbleiter ins Silizium-Nirwana schickt.

Das IC

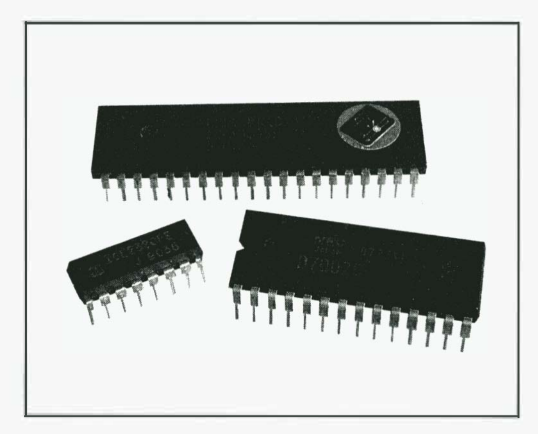


Bild 22.4: Verschiedene ICs

Ein IC (Integrated Circuit) besteht aus einer Vielzahl von Transistoren und Widerständen, die direkt auf einem Silziumkristall implantiert sind. Es wird unterschieden zwischen bipolaren- und CMOS-ICs. CMOS-ICs besitzen einen sehr hohen Eingangswiderstand und einen sehr geringen Stromverbrauch. Dafür sind sie im nicht einbauten Zustand äußerst empfindlich gegenüber statischer Aufladung. Es sollte daher vermieden werden, sie an den Beinchen zu berühren.

Als zweite große Kategorie wird bei ICs zwischen digitalen und analogen Schaltkreisen unterschieden. Analoge verarbeiten bei entsprechender Schaltung alle Spannungen, während digitale nur zwischen zwei Spannungspegeln unterscheiden können: 0 Volt entspricht dem logischen Zustand »Low« und 5 Volt entspricht »High«.

Der Transistor

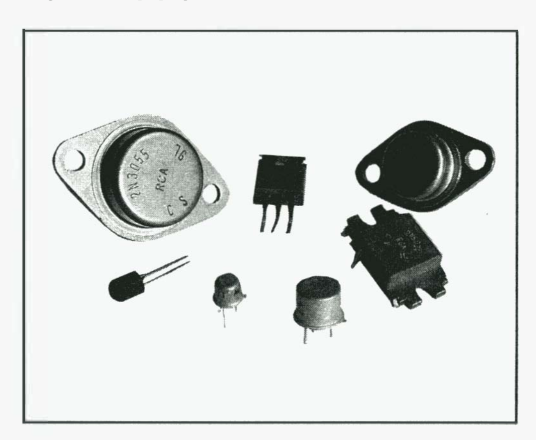


Bild 22.5: Von kleiner bis sehr großer Leistung

Hier wird zwischen drei großen Transistor-Familien unterschieden. Einmal die pnp- und die npn-Transistoren und zum dritten die Feldeffekt-Transistoren. Ein Transistor besitzt drei Anschlüsse.

Der Kollektor wird beim npn-Transistor mit dem Pluspol der Versorgungsspannung und der Emitter mit dem Minuspol verbunden. Über die Basis wird der Transistor gesteuert. Um bei dem Beispiel zu bleiben, steuert eine positive Spannung auf den Emitter bezogen den Transistor auf. Er leitet jetzt den Strom. Eine negative Spannung oder 0 Volt läßt ihn sperren. Diese Verhältnisse sind beim pnp-Transistor genau umgekehrt. Damit der Transistor den Strom durchlassen kann, ist jedoch ein Steuerstrom nötig, der in die Basis fließt. Die Größe des Steuerstroms wird vom Stromverstärkungsfaktor (ß) des Transistors bestimmt. Ein ß von 100 bedeutet, daß bei einem Basisstrom von 1 mA ein Kollektorstrom von 100 mA fließen kann.

Die dritte Sorte von Transistoren, die FETs, werden nicht durch Ströme, sondern durch eine Spannung vom nicht leitenden in den leitenden Zustand gesteuert.

Die Diode

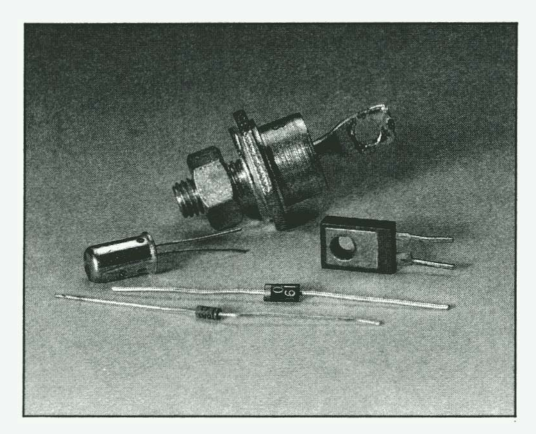


Bild 22.6: Dioden aller Leistungsklassen

Die Diode kann als Ventil aufgefaßt werden. Sie läßt den Strom nur in einer Richtung passieren. In der anderen sperrt sie. Ihren Einsatz finden Dioden in Gleichrichtern. Ihre Bauform variiert je nach geforderter Leistung. Genau wie bei den Kondensatoren, dürfen die maximalen Sperrspannungen unter keinen Umständen überschritten werden. Auch die maximalen Ströme dürfen nicht überschritten werden. Wir unterscheiden zwischen den in unseren Bauanleitungen benötigten Typen: Das ist einmal die 1 N4148, eine Universal-Diode mit einer maximalen Sperrspannung von 75 Volt und einem maximalen Strom von 200 mA. Und die 1 N4001, eine Gleichrichter-Diode, die für eine Sperrspannung von 50 Volt und einem Strom von 1 A gut ist.

Hier steht je nach Anwendungszweck eine Vielzahl von Typen zur Auswahl. Die wichtigsten Daten entnehmen Sie der Tabelle:

Typ	U max	I max	Bemerkungen
1N4148	75 V	0,2 A	Schalt-Diode
1N4001	50 V	1 A	Netzteil-Diode
1N4007	1000 V	1 A	Netzteil-Diode
1N5403		3 A	Netzteil-Diode

Der Ring an der Diode kennzeichnet die Anode. Ist der Ring zum Minuspol der Versorgungsspannung gerichtet, läßt die Diode den Strom durch. Wird die Diode umgedreht, so sperrt sie.

Die LED



Bild 22.7: Fast alle Bauformen von LEDs

Sie steht für eine Spezial-Diode. Die LED (Light Emission Diode) ist aus besonderen Halbleitern aufgebaut. Je nach deren Zusammensetzung variiert die ausgesendete Farbe. LEDs werden in den Farben rot, gelb und grün hergestellt. Eine LED leuchtet nur dann, wenn sie den Strom durchläßt. Aufgrund ihrer Kennlinie muß der Strom unbedingt durch einen Widerstand auf einen für die Diode ungefährlichen Wert begrenzt werden. Für eine normale LED wird ein Strom von 10 bis 20 mA gefordert. Spezialtypen kommen bei größerer Helligkeit sogar mit nur 2 mA aus.

KAPITEL 23

Anschlußbilder der ICs

Integrierte Bausteine

Port-Bausteine

6526 Complex Interface Adapter CIA

Eigenschaften:

- 16 frei programmierbare Ein-/Ausgabeleitungen
- 8- oder 16-Bit-Datentransport mit Handshaking
- 2 unabhängige, verknüpfbare 16-Bit-Intervall-Timer
- 24-Stunden-Zeituhr mit programmierbarem Alarm
- 8-Bit-Schieberegister für serielle Ein-/Ausgabe
- Ausgang mit maximal zwei TTL-Eingängen belastbar
- CMOS-kompatibel

Elektrische Eigenschaften:

	min.	typ.	max.
Versorgungsspannung	5,0	7,0	Volt
Versorgungsstrom	70	100	mA
Eingangsspannung	2,4	–	Vcc Volt
Eingangsstrom	–	1,0	2,5 uA
Pull-up-Widerstand	3,1	5,0	kOhm
Ausgangsleckstrom	–	+/–1	+/–10 uA
Ausgangsspannung »High«	+ 2,4	–	Vcc Volt
Ausgangsspannung »Low«	–	+ 0,4	Volt
Ausgangsstrom »High«	–	0,2	1 mA
Ausgangsstrom »Low«	3,2		mA

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	Gnd	Versorgungsspannung Masse
2 – 8	PA0 – PA7	Port A Ein-/Ausgänge
10 – 17	PB0 – PB7	Port B Ein-/Ausgänge
18	PC	dient als Handshaking-Ausgang
19	TOD	Takteingang für Uhr
20	Vcc	Versorgungsspannung + 5 Volt
21	IRQ	Interrupt-Request-Ausgang
22	R/W	Read/Write-Eingang
23	CS	Chip-Select-Eingang

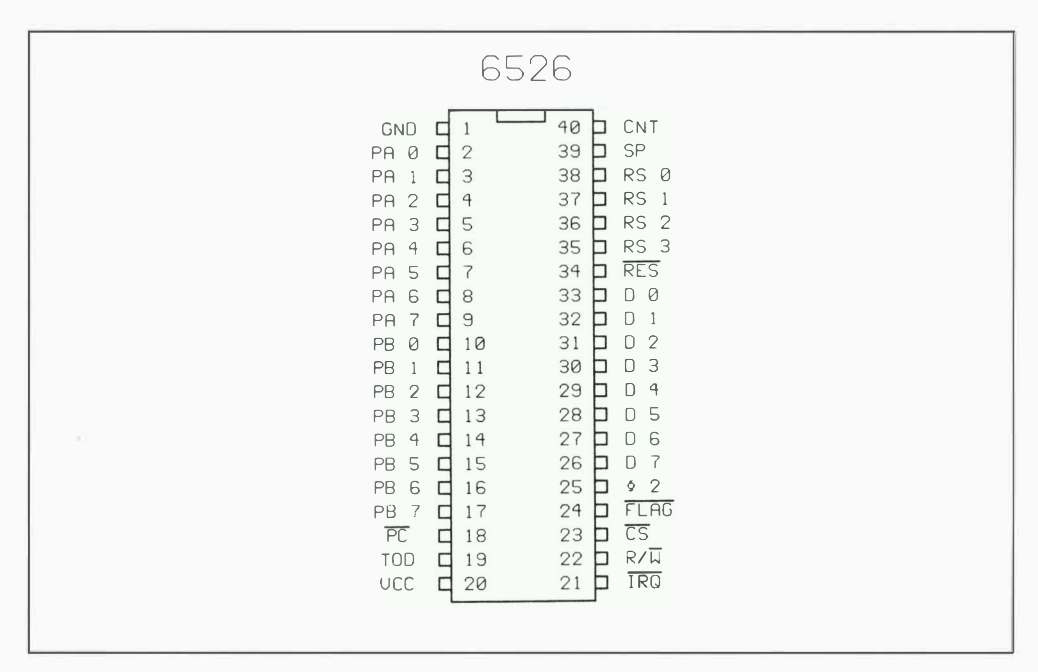


Bild 23.1: Die CIA 6526

Pin	Bezeichnung	Funktion
24	Flag	dient als Handshaking-Eingang
25	0 2	Systemtakt-Eingang
26 – 33	DB7 – DB0	Datenbus
34	RES	Reset-Eingang
35 – 38	RS3 – RS0	Selektionseingänge für Anwahl der internen Register
39	SP	serieller Ausgang
40	CNT	serieller Eingang

Der VIA 6522

Ein VIA (Versatile Interface Adapter) steuert den Datentransfer von und zur Floppy 1541 und ein weiterer die internen Abläufe.

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	GND	Ground
2	PA0	Port A: Bit 0
3	PA1	Port A: Bit 1
4	PA2	Port A: Bit 2

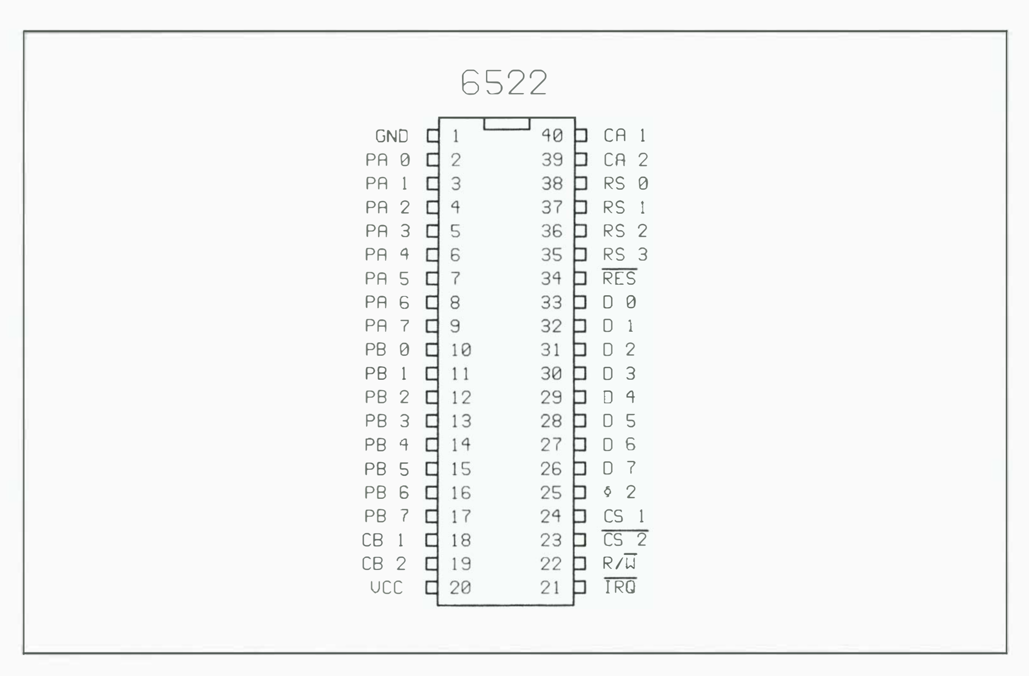


Bild 23.2: 6522

Pin	Bezeichnung	Funktion
5	PA3	Port A: Bit 3
6	PA4	Port A: Bit 4
7	PA5	Port A: Bit 5
8	PA6	Port A: Bit 6
9	PA7	Port A: Bit 7
10	PB0	Port B: Bit 0
11	PB1	Port B: Bit 1
12	PB2	Port B: Bit 2
13	PB3	Port B: Bit 3
14	PB4	Port B: Bit 4
15	PB5	Port B: Bit 5
16	PB6	Port B: Bit 6
17	PB7	Port B: Bit 7
18	CB1	Control-Ein-/Ausgang Port B
19	CB2	Control-Ein-/Ausgang Port B
20	VCC	Versorgungsspannung + 5 Volt
21	IRQ	Interrupt Request
22	R/W	Eingang: Read/Write
23	CS2	Chip Select

Pin	Bezeichnung	Funktion
24	CS1	Chip Select
25	O 2	Takteingang
26	D7	Datenbus: Bit 7
27	D6	Datenbus: Bit 6
28	D5	Datenbus: Bit 5
29	D4	Datenbus: Bit 4
30	D3	Datenbus: Bit 3
31	D2	Datenbus: Bit 2
32	D1	Datenbus: Bit 1
33	D0	Datenbus: Bit 0
34	RES	Reset-Eingang
35	RS3	Registerauswahl 3
36	RS2	Registerauswahl 2
37	RS1	Registerauswahl 1
38	RS0	Registerauswahl 0
39	CA2	Control-Ein-/Ausgang Port A
40	CA1	Control-Ein-/Ausgang Port A

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins:

ø2	Takteineingang
CS1, CS2	Chip-Select-Eingänge. Um ein einzelnes Register in der VIA anzusprechen, muß CS1 auf High-Pegel und CS2 auf Low-Pegel liegen.
PA0 – PA7	Ein-/Ausgänge des Ports A.
PB0 – PB7	Ein-/Ausgänge des Ports B.
CA1, CA2	Port-A-Control. Sie dienen sowohl als Eingänge (für Interrupts) als auch als Ausgänge (Handshaking für Datenübertragungen).
CB1, CB2	Port-B-Control; siehe CA1, CA2.
R/W	Schreib-/Lese-Umschaltung.
RES	Wird dieser Pin auf »Low« gezogen, führt die VIA einen Reset aus.
D0 – D7	Datenbus.
RS0 – RS3	Registerselektion siehe Tabelle.

PIA MC 6821

Eigenschaften: Die PIA 6821 (Peripheral Interface Adapter) beinhaltet zwei bidirektionale 8-Bit-Ports. Eigentlich wurde sie konzipiert für den Anschluß an die 6800-Mikroprozessorsysteme. Aber sie arbeitet auch problemlos mit der 6502-CPU zusammen. Im Prinzip läßt sie sich bis auf die beiden Zähler genauso einsetzen wie die bekannte CIA 6526. In Hardware-Applikationen, bei denen es nur auf die beiden Ports ankommt, stellt die 6821

eine preisgünstige Alternative da. Die Ports können maximal zwei TTL-Eingänge treiben. Als »High« werden alle Spannungen über 2 Volt erkannt. Für »Low« muß die anliegende Spannung unter 0,8 Volt sinken.

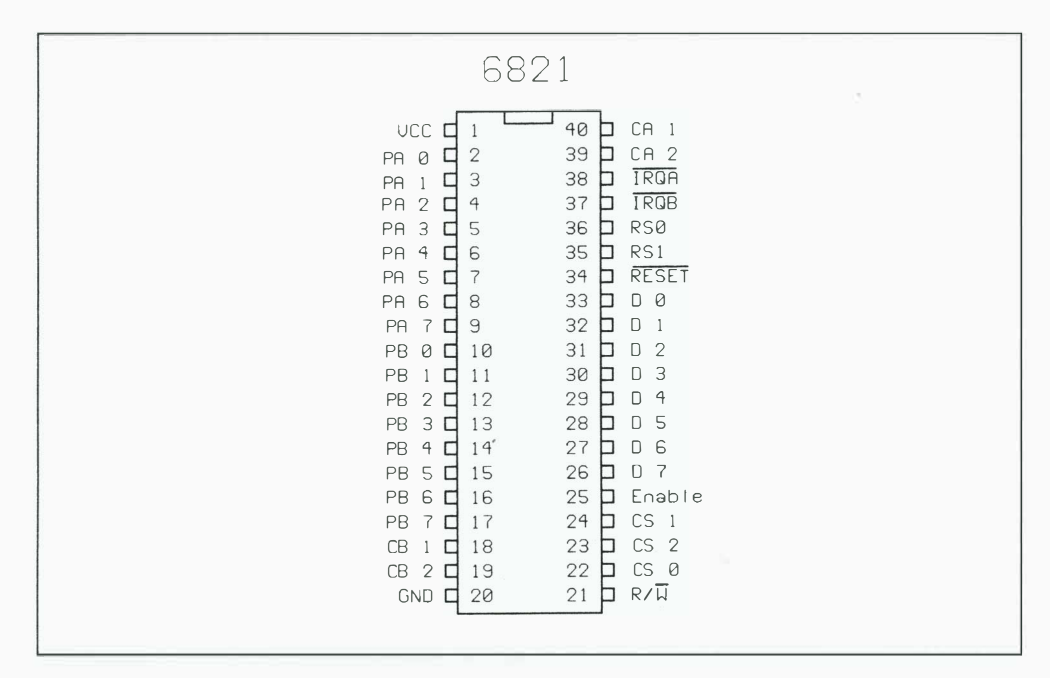


Bild 23.3: Die PIA 6821

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	Vcc	positive Versorgungsspannung
2	PA 0	bidirektionaler Port
3	PA 1	bidirektionaler Port
4	PA 2	bidirektionaler Port
5	PA 3	bidirektionaler Port
6	PA 4	bidirektionaler Port
7	PA 5	bidirektionaler Port
8	PA 6	bidirektionaler Port
9	PA 7	bidirektionaler Port
10	PB 0	bidirektionaler Port
11	PB 1	bidirektionaler Port
12	PB 2	bidirektionaler Port
13	PB 3	bidirektionaler Port
14	PB 4	bidirektionaler Port

Pin	Bezeichnung	Funktion
15	PB 5	bidirektionaler Port
16	PB 6	bidirektionaler Port
17	PB 7	bidirektionaler Port
18	CB 1	Interrupt-B-Eingang
19	CB 2	Interrupt-B-Eingang
20	GND	Versorgungsspannung Masse
21	R/W	Schreib-Lese-Umschaltung
22	CS 0	Chip Select
23	CS 2	Chip Select
24	CS 1	Chip Select
25	Enable	Timing-Pulse-Eingang
26	D 7	Datenbus Bit 7
27	D 6	Datenbus Bit 6
28	D 5	Datenbus Bit 5
29	D 4	Datenbus Bit 4
30	D 3	Datenbus Bit 3
31	D 2	Datenbus Bit 2
32	D 1	Datenbus Bit 1
33	D 0	Datenbus Bit 0
34	RESET	Reset-Eingang
35	RS 1	Registerauswahl
36	RS 0	Registerauswahl
37	IRQB	Interrupt-B-Ausgang
38	IRQA	Interrupt-A-Ausgang
39	CA 2	Interrupt-B-Eingang
40	CA 1	Interrupt-A-Eingang

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins:

D0 – D7	Datenleitungen für den Anschluß an die CPU
Enable	Eingang-Timing-Signal für die PIA
R/W	Schreib-Lese-Umschaltung
RESET	Reset-Eingang
CS0, CS1 und CS2	Chip-Select-Eingänge
RS0 und RS 1	Register-Select-Eingänge
IRQA und IRQB	Interrupt-Ausgang A und B
PA 0 bis PA 7	Port-Ein-/Ausgang
PB 0 bis PB 7	Port-Ein-/Ausgang
CA 1 und CB 1	Eingänge: setzen Interrupt-Control-Register
CA 2 und CB 2	wie CA 1 und CB 1, außerdem als Ausgang einsetzbar

SID 6581

Eigenschaften: Der SID (Sound Interface Device) 6581 ist ein dreistimmiger, elektronischer Musik-/Geräuschgenerator, Bus-kompatibel mit der Prozessor-Familie 65XX. Die Tonfrequenz kann ebenso wie die Lautstärke in einem weiten Bereich mit hoher Genauigkeit und Konstanz eingestellt werden.

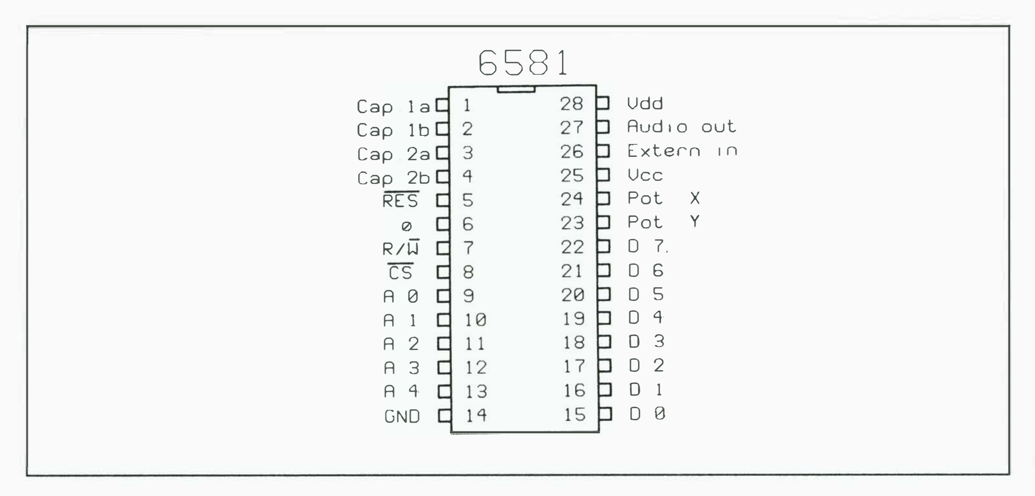


Bild 23.4: Der SID 6581

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	Cap	Filter-Kondensator
2	Cap	Filter-Kondensator
3	Cap	Filter-Kondensator
4	Cap	Filter-Kondensator
5	RES	Reset-Eingang
6	ø 2	Systemtakt-Eingang
7	R/W	Read/Write-Eingang
8	CS	Chip-Select-Eingang
9	A0	Adreßeingang
10	A1	Adreßeingang
11	A2	Adreßeingang
12	A3	Adreßeingang
13	A4	Adreßeingang
14	Gnd	Ground (Masse)
15	D0	Datenleitung
16	D1	Datenleitung
17	D2	Datenleitung
18	D3	Datenleitung
19	D4	Datenleitung

Pin	Bezeichnung	Funktion
20	D5	Datenleitung
21	D6	Datenleitung
22	D7	Datenleitung
23	Pot Y	Paddle-Eingang
24	Pot X	Paddle-Eingang
25	Vcc	Versorgungsspannung + 5 Volt
26	Ext.	Externer Eingang
27	Aud.	Audio out
28	Vdd	positive Versorgungsspannung + 12 Volt

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins:

Pin 1, 2	Cap 1/2	Es müssen dort zwei Kondensatoren angeschlossen werden, die der programmierbare Filter benötigt.
Pin 3, 4	Cap 3/4	Siehe Cap 1/2.
Pin 5	RES	Setzt alle internen Register zurück und schaltet den Ausgang stumm.
Pin 6	ø2	Taktsignal für den SID.
Pin 7	R/W	Steuert das Lesen oder Schreiben des Datenbus.
Pin 8	CS	Damit kann der Baustein angesprochen werden.
Pin 9 – 13	A0 – A4	Adreßleitungen für die 29 internen Register.
Pin 14	Gnd	Betriebsspannungsmasse, möglichst getrennt (Extra-Leitung) von der Digitalmasse.
Pin 15 – 22	D0 – D7	Datenleitungen.
Pin 23, 24	Pot X – Pot Y	Eingänge der Analog-/Digital-Wandler. Es muß nur ein Potentiometer (Paddle) am Joystick-Port angeschlossen werden. Achtung! Minimaler Widerstand 100 Ohm.
Pin 25	Vcc	Positive Versorgungsspannung + 5 Volt.
Pin 26	Ext.	Externer Eingang für Audio-Signale. Achtung! Offset von 6 Volt. Maximale Amplitude 3 Vss!
Pin 27	Aud.	Audio-Ausgang. Achtung! Offset von 6 Volt. Ein Widerstand von 1 kOhm muß gegen Masse geschaltet werden.
Pin 28	Vdd	Positive Versorgungsspannung von + 12 Volt.

6567 Video Interface Controller VIC

Eigenschaften: Dieser IC ist ein Mehrzweck-Farb-Video-Baustein. Er enthält 47 Kontrollregister, auf die über einen normalen 8-Bit-Mikroprozessorbus (6510) zugegriffen werden kann. Weiterhin kann er auf max. 16 Kbyte RAM direkt zugreifen, um Videoinformationen abzulegen.

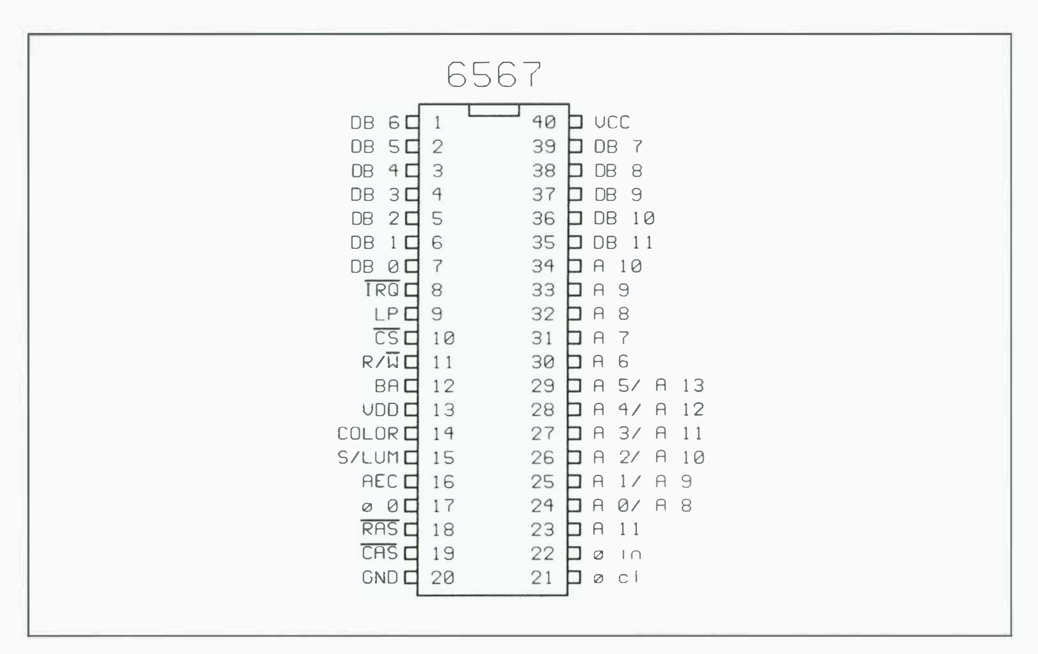


Bild 23.5: Der VIC 6567

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	D6	Prozessor-Datenbus
2	D5	Prozessor-Datenbus
3	D4	Prozessor-Datenbus
4	D3	Prozessor-Datenbus
5	D2	Prozessor-Datenbus
6	D1	Prozessor-Datenbus
7	D0	Prozessor-Datenbus
8	IRQ	Interrupt-Ausgang
9	LP	Eingang für Light-Pen
10	CS	Eingang-Chip-Select
11	R/W	Lese-Schreib-Eingang
12	BA	Bus Available
13	VDD	Betriebsspannung +12 Volt
14	COL	Ausgang Farbinformation
15	S/LUM	Ausgang Synchronisation
16	AEC	Ausgang Adress-Enable-Control
17	O0	Ausgang Systemtakt
18	RAS	Ausgang Zeilenadresse
19	CAS	Ausgang Spaltenadresse

Pin	Bezeichnung	Funktion
20	Gnd	Betriebsspannungsmasse
21	OCOI	Eingang Farbfrequenz
22	Oin	Eingang Taktfrequenz (ca. 8 MHz)
23	A11	Prozessor-Adreßbus
24	A0/A8	gemultiplexter Video-RAM-Adreßbus
25	A1/A9	gemultiplexter Video-RAM-Adreßbus
26	A2/A10	gemultiplexter Video-RAM-Adreßbus
27	A3/A11	gemultiplexter Video-RAM-Adreßbus
28	A4/A12	gemultiplexter Video-RAM-Adreßbus
29	A5/A13	gemultiplexter Video-RAM-Adreßbus
30	A6	Video-RAM-Adreßbus
31	A7	Video-RAM-Adreßbus
32	A8	Prozessor-Adreßbus
33	A9	Prozessor-Adreßbus
34	A10	Prozessor-Adreßbus
35	D11	Datenbus-Farb-RAM
36	D10	Datenbus-Farb-RAM
37	D9	Datenbus-Farb-RAM
38	D8	Datenbus-Farb-RAM
39	D7	Prozessor-Datenbus
40	VCC	Betriebsspannung +5 Volt

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins:

D6 – D0	Prozessor-Datenbus
IRQ	Interrupt-Ausgang
LP	Eingang für einen Lichtgriffel
CS	Adressier-Eingang für den VIC
R/W	Lese-Schreib-Auswahl
BA	Über diese Leitung kann der VIC den Prozessor stoppen
VDD	+ 12 Volt
COL.	Farbinformation (benötigt ext. Widerstand von 1 kOhm gegen Masse)
S/LUM.	Synchronisation und Helligkeitsausgang. Die Signale Col. und S/LUM müssen noch extern gemischt werden, um einen Monitor ansprechen zu können.
AEC	Darüber können die VIC-Adreß-Ausgänge hochohmig gesteuert werden.
ø0	Systemtakt-Ausgang
RAS	Hilfssignal für die Auswertung des gemultiplexten Adreßbusses.
CAS	Siehe Pin 18

Gnd	Betriebsspannung Masse
øCOL.	Takteingang. Die Frequenz beträgt 17,734472 MHz. Sie wird für die Farbträgerinformation benötigt.
øin	Eingang für den Systemtakt. Beträgt beim C 64 7,85 MHz. Wird im VIC durch 8 geteilt, steht dann an Pin 17 zur Verfügung.
A11	Prozessor-Adreßbus
A0/A8 – A5/A13	gemultiplexter Videoram Adreßbus
A6	Video-RAM-Adreßbus
A7	Video-RAM-Adreßbus
A8 – A10	Prozessor-Adreßbus
D11 – D8	Datenbus-Farb-RAM
D7	Prozessor-Datenbus
VCC	Betriebsspannung + 5 Volt

Speicher-Bausteine

EPROMs

EPROMs (Erasable Programmable Read-Only Memories = löschbare und programmierbare Nur-Lese-Speicher) sind Festwertspeicher für binäre Daten. Mit einem Programmiergerät können Sie leicht beschrieben werden. Von den Herstellern wird eine Datensicherheit von minimal 10 Jahren garantiert. Gelöscht werden sie mit einer UV-Lampe. Aber auch das normale Leuchtstofflampenlicht reicht aus, um sie auf Dauer gesehen ihre Daten vergessen zu lassen. Deshalb ist es sinnvoll, das oben befindliche Fenster immer abzukleben. Die Speicherkapazität des EPROMs ergibt sich aus seiner Typenbezeichnung:

Organisation gängiger Typen:

2732	4096 x 8 Bit = 32 Kbit
2764	8192 x 8 Bit = 64 Kbit
27128	16384 x 8 Bit = 128 Kbit
27256	32768 x 8 Bit = 256 Kbit
27512	65536 x 8 Bit = 512 Kbit

Beachten Sie, daß 1 Kbyte 1024 Byte besitzt.

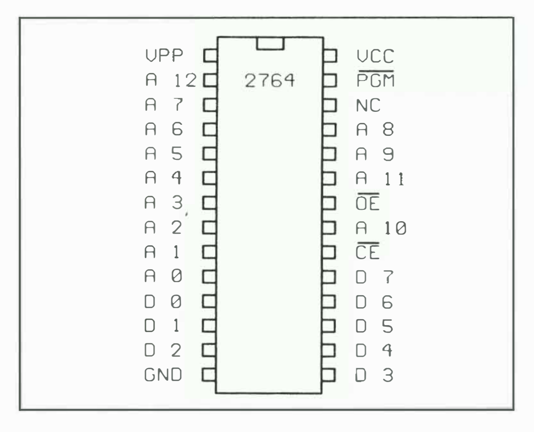


Bild 23.6:
Das 2764 kann 8 Kbyte speichern...

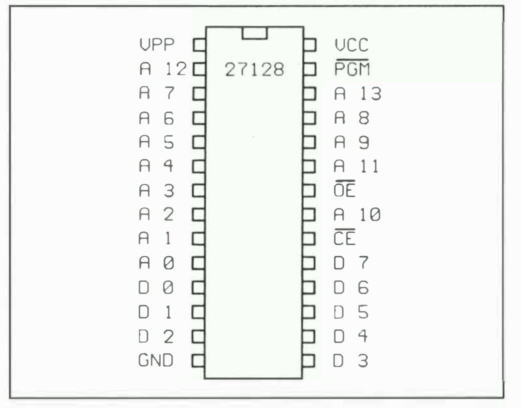


Bild 23.7:
...das 27128 schon 16 Kbyte...

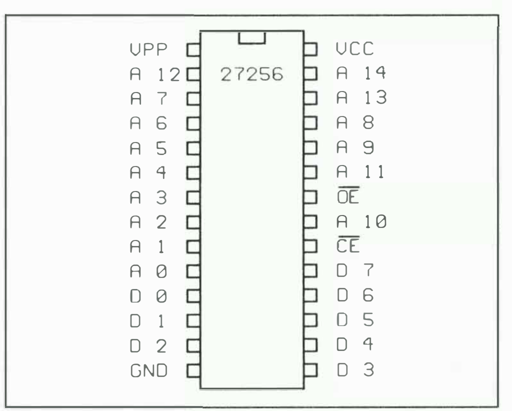


Bild 23.8:
...im 27256 sind es 32 Kbyte...

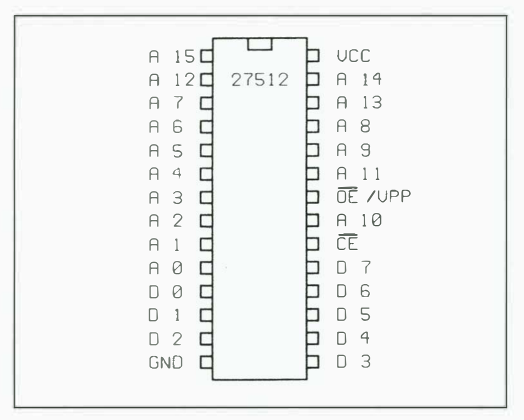


Bild 23.9:
...dieses IC bringt es gar auf 64 Kbyte

Pin-Bezeichnungen:

VCC	+ 5 Volt
VPP	im Normalbetrieb + 5 Volt Programmierspannung (bei den älteren EPROM-Typen bis zu 25 Volt)
A0 bis An	Adreßleitungen
D0 bis D7	Datenleitung
CE	Chip Enable (aktiviert den Baustein)
OE	Output Enable (aktiviert die Datenleitungen)

4164/41464 Dynamische Speicher

Eigenschaften: Der C 64 besitzt einen Speicher in der Größenordnung von 64 Kbyte.

Dieser sitzt in acht ICs vom Typ 4164. Jeder dieser Bausteine hat eine Kapazität von 65536 Speicherstellen zu einem Bit. Da der Rechner aber eine Datenbusbreite von 8 Bit hat, werden auch acht Bausteine benötigt, um den gesamten Speicherraum aufzufüllen. In den neueren Versionen sitzen nur noch zwei Speicher-Bausteine, die jeweils 4 Bit speichern können.

4164:

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	NC	Nicht angeschlossen
2	D in	Dateneingang
3	WE	Schreiben sperren
4	RAS	Reihen-Auswahl
5	A0	Adreßeingang
6	A2	Adreßeingang
7	A1	Adreßeingang

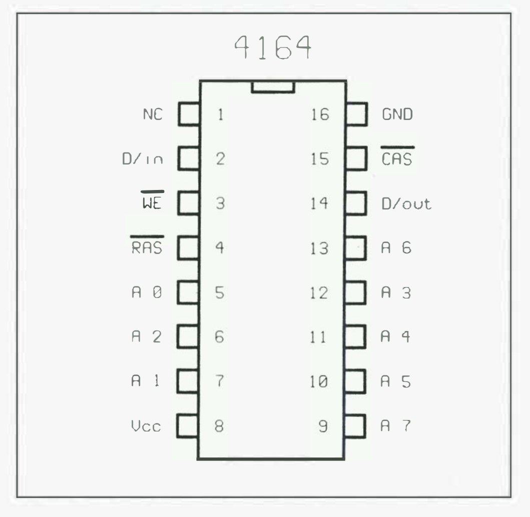


Bild 23.10: 1 Bit mal 65536

Pin	Bezeichnung	Funktion
8	Vcc	Versorgungsspannung + 5Volt
9	A7	Adreßeingang
10	A5	Adreßeingang
11	A4	Adreßeingang
12	A3	Adreßeingang
13	A6	Adreßeingang
14	D out	Daten-Ausgang
15	CAS	Spalten-Auswahl
16	GND	Versorgungsspannung Masse

41464:

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	OE	Ausgang abschalten
2	DQ 1	Daten-Ein-/Ausgang
3	DQ 2	Daten-Ein-/Ausgang
4	WE	Schreiben sperren
5	RAS	Reihen-Auswahl
6	A6	Adreßeingang
7	A5	Adreßeingang
8	A4	Adreßeingang
9	Vcc	Versorgungspannung + 5 Volt
10	A7	Adreßeingang

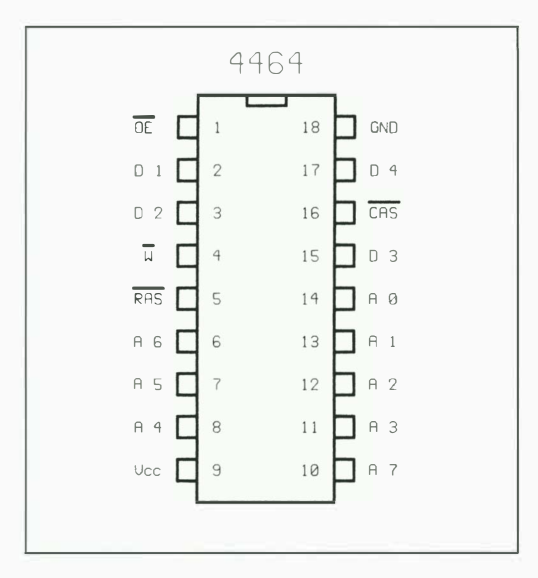


Bild 23.11: 4 Bit mal 65536

Pin	Bezeichnung	Funktion
11	A3	Adreßeingang
12	A2	Adreßeingang
13	A1	Adreßeingang
14	A0	Adreßeingang
15	DQ 3	Daten-Ein-/Ausgang
16	CAS	Spalten-Auswahl
17	DQ 4	Daten-Ein-/Ausgang
18	GND	Versorgungsspannung Masse

Der Prozessor MOS 6502

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	GND	Ground
2	RDY	Eingang: Ready
3	ø1	Ausgang: Takt ø1
4	IRQ	Eingang: Interrupt Request
5	NC	nicht angeschlossen
6	NMI	Eingang: Non Maskable Interrupt
7	Sync.	Ausgang: für Single Step
8	Vcc	Versorgungsspannung + 5 Volt
9	A0	Adreßausgang: Bit 0

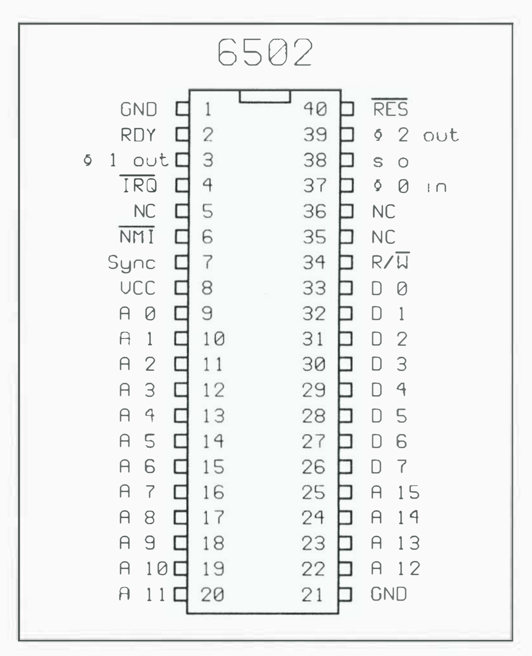


Bild 23.12:
Das Herz des Computers: die CPU

Pin	Bezeichnung	Funktion
10	A1	Adreßausgang: Bit 1
11	A2	Adreßausgang: Bit 2
12	A3	Adreßausgang: Bit 3
13	A4	Adreßausgang: Bit 4
14	A5	Adreßausgang: Bit 5
15	A6	Adreßausgang: Bit 6
16	A7	Adreßausgang: Bit 7
17	A8	Adreßausgang: Bit 8
18	A9	Adreßausgang: Bit 9
19	A10	Adreßausgang: Bit 10
20	A11	Adreßausgang: Bit 11
21	GND	Ground
22	A12	Adreßausgang: Bit 12
23	A13	Adreßausgang: Bit 13
24	A14	Adreßausgang: Bit 14
25	A15	Adreßausgang: Bit 15
26	D7	Datenbus: Bit 7
27	D6	Datenbus: Bit 6
28	D5	Datenbus: Bit 5

Pin	Bezeichnung	Funktion
29	D4	Datenbus: Bit 4
30	D3	Datenbus: Bit 3
31	D2	Datenbus: Bit 2
32	D1	Datenbus: Bit 1
33	D0	Datenbus: Bit 0
34	R/W	Ausgang: Read/Write
35	NC	nicht angeschlossen
36	NC	nicht angeschlossen
37	ø0	Eingang: Takt
38	S.O.	Set Overflow
39	ø2	Ausgang: ø2
40	RES	Eingang: Reset

Kurzbeschreibung der einzelnen Pins:

ø0	Takteineingang
ø1 und ø2	Taktausgänge zur Systemsteuerung
RDY	Ready: Dem Prozessor wird angezeigt, daß die auf dem Datenbus liegenden Signale gültig sind. Bei »Low« stoppt die CPU.
IRQ	Interrupt Request: Wird dieser Pin auf »Low« gelegt, unterbricht die CPU ein gerade laufendes Programm und geht zur Interrupt-Routine.
NMI	Non Maskable Interrupt: siehe IRQ
Sync	Ausgang: Geht auf »High«, wenn die CPU einen Opcode holt. In Zusammenarbeit mit dem RDY-Eingang kann ein Single-Step-Modus hardwaremäßig aufgebaut werden.
S.O.	Wenn das Overflow-Bit gesetzt ist, geht dieser Pin auf »High«.
RES	Wird dieser Pin auf »Low« gezogen, führt die CPU einen Reset aus.
A0 – A15	Adreßausgänge
D0 – D7	Datenbus

Der 8502:

Dieser Prozessor steuert alle Abläufe im C 128. Er basiert auf einer Weiterentwicklung des 6510. Der wichtigste Unterschied besteht in der höheren Taktfrequenz von 2 MHz.

Pin	Bezeichnung	Funktion
1	ø0	Takteingang
2	A 13	Adreßleitung 13
3	A 14	Adreßleitung 14
4	A 15	Adreßleitung 15
5	VA 14	Adreßleitung 14 vom Videobereich

8502

Signal	Pin	Pin	Signal
ø 0	1	40	$\overline{RES}$
RDY	2	39	R/$\overline{W}$
$\overline{IRQ}$	3	38	D 0
$\overline{NMI}$	4	37	D 1
AEC	5	36	D 2
VCC	6	35	D 3
A 0	7	34	D 4
A 1	8	33	D 5
A 2	9	32	D 6
A 3	10	31	D 7
A 4	11	30	P 0
A 5	12	29	P 1
A 6	13	28	P 2
A 7	14	27	P 3
A 8	15	26	P 4
A 9	16	25	P 5
A 10	17	24	P 6
A 11	18	23	A 15
A 12	19	22	A 14
A 13	20	21	GND

Bild 23.13: Der Steuermann des C 128

Pin	Bezeichnung	Funktion
6	CHAREN	CHAREN vom Prozessor-Port
7	HIRAM	HIRAM vom Prozessor-Port
8	LORAM	LORAM vom Prozessor-Port
9	CAS	Signal vom VIC zur Steuerung der dynamischen RAMs
10	ROM L	Steuersignal für den Expansion-Port
11	ROM H	Steuersignal für den Expansion-Port
12	I/O	Adreßdekodierungssignal für den I/O-Bereich
13	GR/W	Read/Write-Signal für das Farb-RAM
14	Gnd	Masse
15	CHAROM	Chip Select für Zeichensatz-ROM
16	KERNAL	Chip Select für Betriebssystem
17	BASIC	Chip Select für Basic-Interpreter
18	CASRAM	CAS-Signal für die dynamischen Speicher
19	OE	Output Enable: dient zur Aktivierung der PLA. Im C 64 ständig aktiviert.
20	VA 12	Adreßleitung für den Videobereich
21	VA 13	Adreßleitung für den Videobereich
22	GAME	Steuerleitung vom Expansion-Port
23	EXROM	Steuerleitung vom Expansion-Port
24	R/W	Schreib-Lesesignal von der CPU

Pin	Bezeichnung	Funktion
25	AEC	AEC-Signal vom VIC
26	BA	Bus-Available vom VIC
27	A 12	Adreßleitung 12
28	Vcc	+ 5 V

Sonstige ICs

Integrierte Festspannungsregler:

Mit Hilfe dieser positiven Stabilisierungs-ICs lassen sich leicht Netzteile in beliebigen Größenordnungen aufbauen. Die Spannungspalette reicht von 2 bis 24 Volt. Die maximalen Eingangsspannungen dürfen nicht überschritten werden, da der Regler sonst sofort zerstört wird. Trotz der relativ geringen Außenbeschaltung ist diese genau einzuhalten. Die beiden Kondensatoren müssen dicht an den beiden IC-Pins angebracht werden. Der Regler neigt sonst zum Schwingen. Die Werte dieser Kondensatoren können zwischen 100 bis 470 nF liegen. Damit der Regler einwandfrei arbeitet, muß die Spannung am Eingang mindestens 3 Volt höher als die Ausgangspannung sein.

Positive Festspannungsregler:

Typ	Strom	max. Eingangsspannung
78L..	0,1 A	35 Volt
78M..	0,5 A	35 Volt
78..	1 A	35 Volt
LM 309K	1 A	18 Volt
LM 323	3 A	18 Volt

Genauso einfach lassen sich negative Versorgungsspannungen erzeugen. Die Regler haben aber eine vollkommen andere Pin-Belegung. Die Abblock-Kondensatoren müssen nun aber einen Minimalwert von 220 nF aufweisen.

Negative Festspannungsregler:

Typ	Strom	max. Eingangsspannung
79L..	100 mA	35 V
79M..	500 mA	35 V
79..	1 A	35 V

Digitale ICs

CD 4000

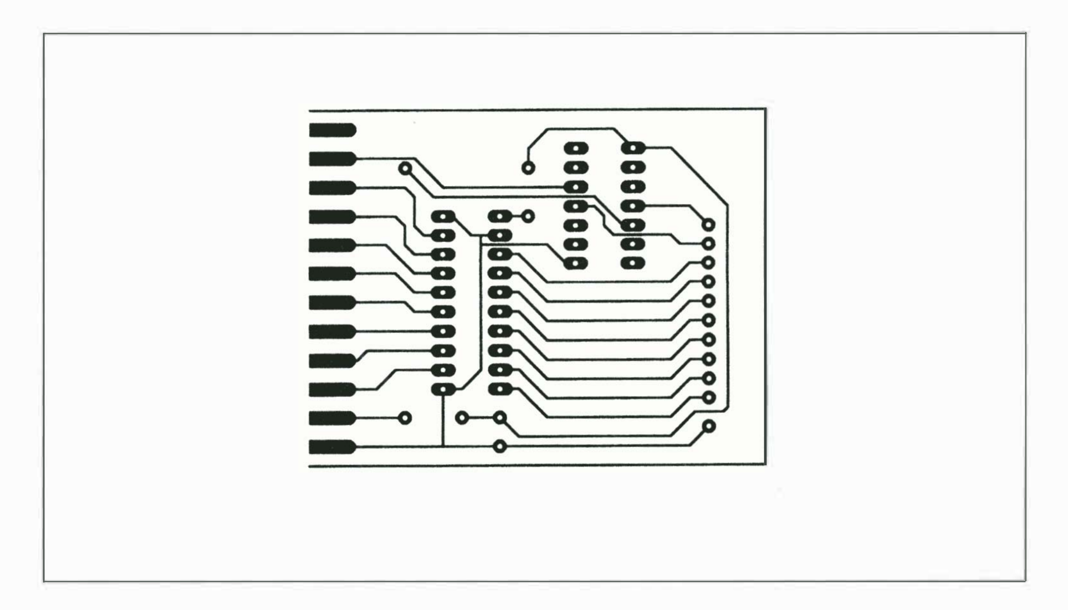
CD 4000 P	Zwei NOR-Gatter und ein Inverter
CD 4001 P	Vier NOR-Gatter mit je 2 Eingängen
CD 4002 P	Zwei NOR-Gatter mit je 4 Eingängen
CD 4011 P	Vier NAND-Gatter mit je 2 Eingängen
CD 4012 P	Zwei NAND-Gatter mit je 4 Eingängen
CD 4013 P	Zwei D-Zwischenspeicher-Flip-Flops
CD 4014 P	8-Bit-Schieberegister mit synchroner Parallel-Eingabe
CD 4015	2 4stufige Schieberegister (seriell ein/parallel aus)
CD 4016	4 analoge Schalter
CD 4017	Dezimalzähler mit 10 decodierten Ausgängen
CD 4018	programmierbarer Zähler n - 10
CD 4019	Multiplexer 4 x 2 Bit
CD 4020	Binärzähler 14stufig
CD 4021	8stufiges Schieberegister (parallel ein/seriell aus)
CD 4023	3 Nand-Gatter mit je 3 Eingängen
CD 4024	Binärzähler 7stufig
CD 4025	3 Nor-Gatter mit je 3 Eingängen
CD 2027	2 JK-Flip-Flops
CD 4030	4 Exklusiv-Oder-Gatter mit je 2 Eingängen
CD 4040	Binärzähler 12stufig
CD 4046	Phas-Locked-Loop-Schaltung
CD 4047	Monostabiler/Astabiler Multivibrator
CD 4049	6 invertierende Puffer und TTL-Treiber
CD 4050	6 nicht invertierende Puffer und TTL-Treiber
CD 4051	Multiplexer 8 Kanäle (analog/digital)
CD 4052	Multiplexer 2 x 4 Kanäle (analog/digital)
CD 4053	Multiplexer 3 x 2 Kanäle (analog/digital)
CD 4060	Binärzähler 14stufig mit internem Oszillator
CD 4066	4 analoge Schalter
CD 4067	Multiplexer/Demultiplexer 16 Kanäle
CD 4069	6 Inverter
CD 4070	4 Exklusiv-Oder-Gatter mit je 2 Eingängen
CD 4093	4 Nand-Schmitt-Trigger mit je 2 Eingängen
CD 4511	7-Segment-Decoder/Treiber/Speicher
CD 4518	2 Dezimalzähler (BCD)

TTL SN 74

SN 7400	Vier NAND-Gatter, je 2 Eingänge
SN 7401	Vier NAND-Gatter, je 2 Eingänge, Off. Koll.
SN 7402	Vier NOR-Gatter, je 2 Eingänge
SN 7403	Vier NAND-Gatter, je 2 Eingänge
SN 7404	6 x Inverter
SN 7405	6 x Inverter, Off. Koll.
SN 7406	6 x Inverter/Buffer, Off. Koll.
SN 7407	6 x Treiber, UBR > 30 V
SN 7408	4 x AND, je 2 Eingänge
SN 7410	3 x NAND, je 3 Eingänge
SN 7413	2 x NAND-Schmitt-Trigger, je 4 Eingänge
SN 7414	6 x Inverter-Schmitt-Trigger
SN 7416	6 x Inverter, Off. Koll., UBR > 15V
SN 7417	6 x Treiber, Off. Koll., UBR > 15V
SN 7432	4 x OR, je 2 Eingänge
SN 7474	Dual-D-FF mit Clear
SN 7486	4 x Exklusiv-OR, je 2 Eingänge
SN 7493	4-Bit Binärzähler
SN 7493	4-Bit-Binärzähler
SN 74121	Monoflop
SN 74122	Monoflop, retriggerbar mit Clear
SN 74123	Dual 74121 Monoflop
SN 74132	4 x NAND/Schmitt-Trigger, je 2 Eingänge
SN 74138	3-Bit-Binärdekoder/Demultiplexer (3 zu 8)
SN 74139	2 x 2-Bit-Binärdekoder/Demultiplexer (2 zu 4)
SN 74140	2 Leitungstreiber
SN 74151	8-zu-1-Multiplexer
SN 74153	2 x 4-zu-1-Multiplexer
SN 74154	4-Bit-Binärdekoder (4 zu 16)
SN 74155	2 x 2-Bit-Binärdekoder (2 zu 4)
SN 74156	2 x 2-Bit-Binärdekoder (2 zu 4)
SN 74157	4 x 2-zu-1-Multiplexer
SN 74158	4 x 2-zu-1-Multiplexer, invertierte Ausgänge
SN 74160	Synchr. Dezimalzähler
SN 74161	Synchr. 4-Bit-Zähler
SN 74162	Synchr. Dezimalzähler mit Synchr. Clear
SN 74163	Synchr. 4-Bit-Zähler mit Synchr. Clear
SN 74164	8-Bit-SR mit Clear, seriell ein/parallel aus
SN 74165	8-Bit-SR, parallel ein/seriell aus
SN 74166	8-Bit-SR
SN 74167	Synchr. Dezimalzähler mit digitalen Teilverhältnis

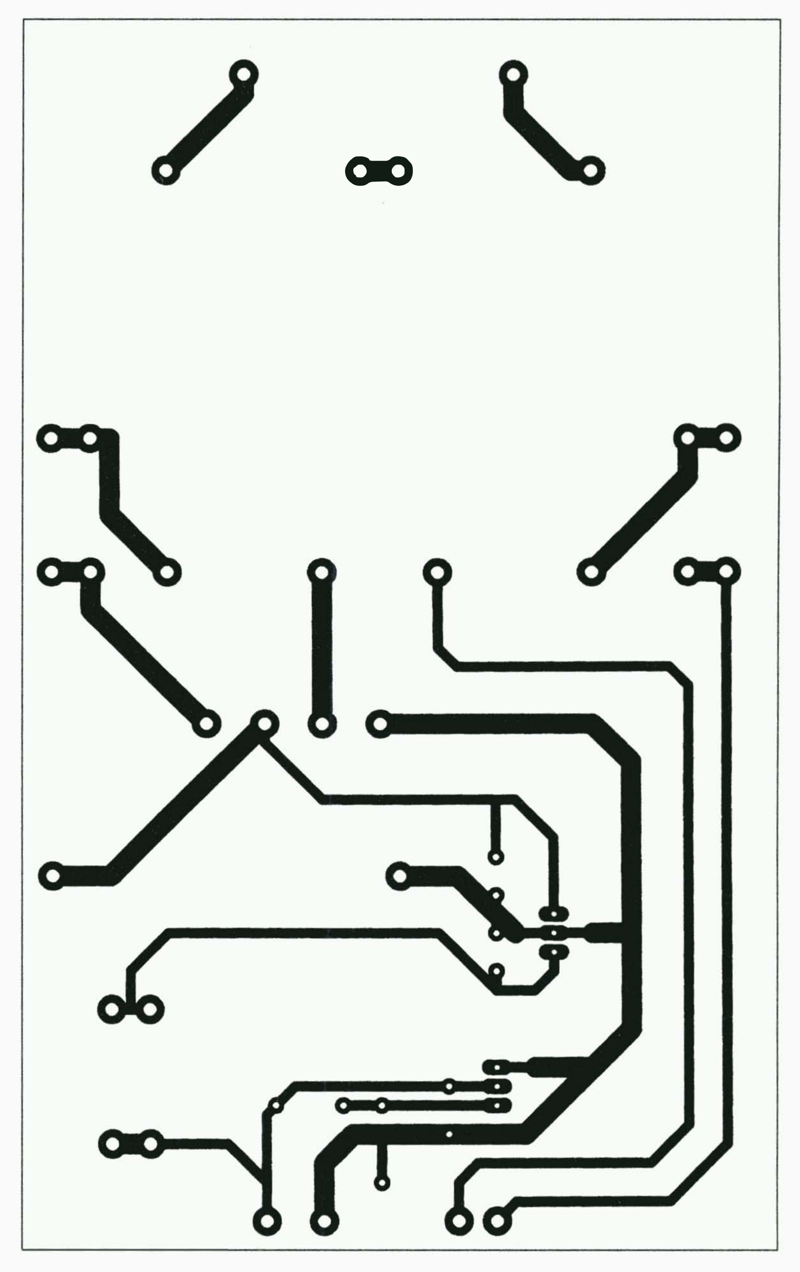
SN 74168	Snychr. Vor-Rückwärts-Dezimalzähler
SN 74173	4-Bit-D-Register, Tri-State
SN 74174	6-Bit-D-Register mit Clear
SN 74175	4 x D-Register mit Clear
SN 74190	Synchr. Vor-Rück-Dezimalzähler, programmierbar
SN 74191	Synchr. Vor-Rück-4-Bit-Zähler, programmierbar
SN 74192	Synchr. Vor-Rück-Dezimilzähler, 2 Takteingänge
SN 74193	Synchr. Vor-Rück-4-Bit-Zähler, programmierbar, 2 Takteingänge
SN 74194	4-Bit-Universal-SR
SN 74195	4-Bit-SR, parallel ein/aus, synchron
SN 74196	Dezimalzähler, programmierbar
SN 74253	2 x 4-zu-1-Multiplexer, Tri-State
SN 74257	4 x 2-zu-1-Multiplexer, Tri-State
SN 74258	4 x 2-zu-1-Multiplexer, invertierte Ausgänge, Tri-State
SN 74373	8-Bit-D-Latch mit Enable, Tri-State
SN 74374	8-Bit-D-Register, Tri-State, mit Enable
SN 74377	8 x D-Register mit Enable
SN 74378	8 x D-Register mit Enable

Platinenlayout der Druckerverlängerung (Centronics-Buffer)



Das Layout ist zur Kontaktbelichtung seitenverkehrt abgebildet.

Platinenlayout des Eigenbau-Netzteils



Das Layout ist zur Kontaktbelichtung seitenverkehrt abgebildet.

Stichwortverzeichis

64'er Hardware-Buch

Zum Thema:

Streikt Ihre Computeranlage? Meistens sind es nur Kleinigkeiten, die sie aus dem Tritt bringt. Große Fehler treten nur selten in Erscheinung, und dann ist ein Besuch in der Fachwerkstatt unumgänglich. Allerdings lassen sich die meisten Fehler im Do-it-yourself-Verfahren beheben, und für die schwerwiegenden Hardware-Pannen werden detaillierte Tips gegeben, die eine Reparatur so kostengünstig wie möglich ausfallen lassen. Denn: Je genauer die Fehlerbeschreibung ist, die Sie dem Techniker geben können, desto leichter wird für ihn die Fehlersuche. Ein lapidares »Gerät geht nicht« hilft ihm nicht, verlängert die Reparaturzeit und schadet nur Ihrer Brieftasche.

Zum Buch:

Einsteiger und »alte Hasen« finden hier die notwendigen Informationen, wie man einen auftretenden Fehler einkreist und die Tips und Tricks, diese wieder zu beseitigen. Zusätzlich finden Sie viele Fotos, Tabellen und Schaltplan-Auszüge, dafür aber kein »Fach-Chinesisch«.

Aus dem Inhalt:

- Troubleshooting auf dem C 64
- Netzteil (häufigste Fehlerquelle!): Bauanleitung für ein neues Netzteil mit Sicherung gegen Überspannung
- CIAs: Funktion und Fehlersuche an diesen oft zerstörten Bausteinen
- Floppies: Fehlersuche, Justage und Umbau auf 240 V – Beseitigung der Wärmeprobleme der 1541
- Drucker: Wartung, Pflege und Fehlersuche
- Monitor: Testbildgenerator zur problemlosen Überprüfung aller Bild- und Tonfunktionen
- Speichererweiterung: Umbau der »1764« auf 512 Kbyte
- C 128: Fehlersuche
- Datasette: Mithörkontrolle im Selbstbau
- Die wichtigsten ICs mit Pinbelegung und Signalbeschreibung
- Bauanleitungen für die wichtigsten Erweiterungen und Meßgeräte für eine einfache Fehlersuche
- Eine Diskette mit Testprogrammen

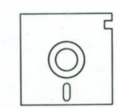
Systemanforderungen:

C 64 oder C 128 mit Floppy 1541/1570/1571

ISBN 3-87791-249-4



Markt&Technik



DM 49,– sFr 46,– öS 382,–